

III-19167

CIUMAȘU NICOLAE ȘTEFAN

An Introduction to the Theory and Practice of Sustainable Development

Introducere în teoria și practica dezvoltării durabile



Editura Universității „Alexandru Ioan Cuza” Iași

Ioan Manuel Ciumașu

Nicolae Ștefan

An Introduction
to the Theory and Practice of
Sustainable Development

•
Introducere
în teoria și practica
dezvoltării durabile

Carte apărută în cadrul Grantului nr. 1349/2007

Referenți științifici:

Prof.univ.dr. Toader CHIFU

Conf.univ.dr. Naela COSTICĂ

Redactor: Mariana PRICOP

Tehnoredactare: Luminița RĂDUCANU

Coperta: Manuela OBOROCEANU

ISBN 978-973-703-393-2

© Editura Universității „Alexandru Ioan Cuza”, 2008

700511 – Iași, str. Păcurari, nr. 9, tel./fax: (0232) 314947

Ioan Manuel Ciumașu

Nicolae Ștefan

An Introduction to the Theory and Practice of Sustainable Development



Introducere în teoria și practica dezvoltării durabile

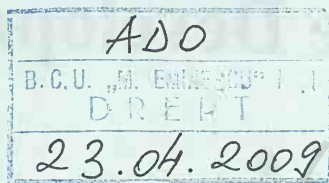


650215

B.C.U. IASI



EDITURA UNIVERSITĂȚII „ALEXANDRU IOAN CUZA”
IASI – 2008



Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României

CIUMAȘU, IOAN MANUEL

Introducere în teoria și practica dezvoltării durabile / Ioan Manuel Ciumașu, Nicolae Ștefan. - Iași : Editura Universității "Al. I. Cuza", 2008

Bibliogr.

ISBN 978-973-703-393-2

I. Ștefan, Nicolae

504.06

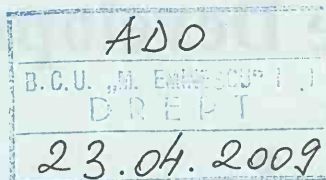
25. MAR. 2009

CONTENT

INTRODUCTION

PART I: THEORY

1. The concept of sustainable development
 - 1.1. The relationship between nature, society and economy
 - 1.2. What is sustainable development, and why do we need it?
2. Consequences of socio-economic development upon environment
 - 2.1. The Kuznetz curves on the correlation between economical development and environmental degradation
 - 2.2. The relation between the human development index and environmental degradation
 - 2.3. Types of capital: natural, human, physical
3. Ecosystem carrying capacity and ecological footprint of human activities
 - 3.1. Ecosystem goods and services
 - 3.2. Ecosystem capacity to support soci-economic activities
 - 3.3. The ecological footprint: theory, calculations and applications
4. Air pollution: risks and policies
 - 4.1. Air pollution and biogeochemical cycles
 - 4.2. Global climate changes; ozon layer depletion; acid atmospheric depositions
5. Natural catastrophes: natural mechanisms, roles of human activities, policies
 - 5.1. Storms and inundations; soil degradation; desertification
 - 5.2. The global water crisis; the world biodiversity crisis
6. Environmental degradation and human health
 - 6.1. Human health is depending on ecosystems' health
 - 6.2. Effects of environmental contamination upon ecosystem and human health
 - 6.3. Effects of climate changes upon ecosystem and human health
 - 6.4. Effects of UV radiations upon ecosystem and human health
 - 6.5. Combined effects upon ecosystem and human health
7. Environmental awareness development: roles for environmental science and technology
 - 7.1. The Precautionary Principle (IUCN) in the use of natural resources
 - 7.2. Industrial ecology: principles and applications; environmental biotechnologies
 - 7.3. Environmental analytics (types and applications) and ecological reconstructionn
 - 7.4. Landuse and wateruse changes



Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României

CIUMAȘU, IOAN MANUEL

Introducere în teoria și practica dezvoltării durabile / Ioan Manuel Ciumașu, Nicolae Ștefan. - Iași : Editura Universității "Al. I. Cuza", 2008

Bibliogr.

ISBN 978-973-703-393-2

I. Ștefan, Nicolae

504.06

25. MAR. 2009

CONTENT

INTRODUCTION

PART I: THEORY

1. The concept of sustainable development
 - 1.1. The relationship between nature, society and economy
 - 1.2. What is sustainable development, and why do we need it?
2. Consequences of socio-economic development upon environment
 - 2.1. The Kuznetz curves on the correlation between economical development and environmental degradation
 - 2.2. The relation between the human development index and environmental degradation
 - 2.3. Types of capital: natural, human, physical
3. Ecosystem carrying capacity and ecological footprint of human activities
 - 3.1. Ecosystem goods and services
 - 3.2. Ecosystem capacity to support soci-economic activities
 - 3.3. The ecological footprint: theory, calculations and applications
4. Air pollution: risks and policies
 - 4.1. Air pollution and biogeochemical cycles
 - 4.2. Global climate changes; ozone layer depletion; acid atmospheric depositions
5. Natural catastrophes: natural mechanisms, roles of human activities, policies
 - 5.1. Storms and inundations; soil degradation; desertification
 - 5.2. The global water crisis; the world biodiversity crisis
6. Environmental degradation and human health
 - 6.1. Human health is depending on ecosystems' health
 - 6.2. Effects of environmental contamination upon ecosystem and human health
 - 6.3. Effects of climate changes upon ecosystem and human health
 - 6.4. Effects of UV radiations upon ecosystem and human health
 - 6.5. Combined effects upon ecosystem and human health
7. Environmental awareness development: roles for environmental science and technology
 - 7.1. The Precautionary Principle (IUCN) in the use of natural resources
 - 7.2. Industrial ecology: principles and applications; environmental biotechnologies
 - 7.3. Environmental analytics (types and applications) and ecological reconstructionn
 - 7.4. Landuse and wateruse changes

8. Social and cultural perceptions on environment and socio-economic development
 - 8.1. Social perception of science and of education; technosocial systems
9. Indicators of sustainability
 - 9.1. Ecological indicators
 - 9.2. Social indicators
 - 9.3. Economic indicators
 - 9.4. Synthetic indicators
10. Scenarios and models for implementing sustainable development
 - 10.1. Scenarios of sustainable vs unsustainable development; future of humanity
 - 10.2. Study cases and personalities in the practice of sustainable development
 - 10.3. Roles of political currents, parties and NGOs in the transition to sustainability
 - 10.4. Roles of globalization and markets in the transition to sustainability
11. Sustainable exploitation of ecosystems
 - 11.1. Principles for a sustainable exploitation of ecosystems
 - 11.2. Practical recommendations for a sustainable exploitation of ecosystems
12. The transition to sustainability
 - 12.1. Epistemological hurdles of the concept of sustainable development
 - 12.2. Social ethics of sustainable development
 - 12.3. Intergenerational ethics of sustainable development
 - 12.4. Public involvement on the decision-making for sustainable development
 - 12.5. Institutional mechanisms and policies in the transition to sustainability
 - 12.6. The role of youth's education in the transition to sustainability
 - 12.7. The role of adults's education in the transition to sustainability

PART II: PRACTICE – CASE STUDIES

13. The concept of sustainable development – humankind and nature
14. Socio-economic development and environmental degradation
15. Rational valuation and use of ecosystem resources
16. Pollution of atmosphere, lithosphere, hydrosphere and biosphere
17. Natural catastrophies and risks
18. The relation between human and nature health
19. Environmental sciences and technologies
20. Social and cultural perception of the environment
21. Indicators of sustainability
22. Sustainability scenarios, models and case studies
23. Sustainable exploitation of ecosystems
24. Transition to sustainability – decision-making, management and education

CUPRINS

INTRODUCERE

PARTEA I: TEORIA

1. Conceptul de dezvoltare durabilă
 - 1.1. Relația dintre natură, societate și economie
 - 1.2. Ce este dezvoltarea durabilă și de ce avem nevoie de ea?
2. Consecințele dezvoltării socio-economice asupra mediului înconjurător
 - 2.1. Curbele "Kuznetz" ale relației dintre dezvoltarea economică și degradarea mediului
 - 2.2. Relația dintre indicele dezvoltării umane și degradarea mediului
 - 2.3. Tipuri de capital: natural, uman și fizic
3. Capacitatea de suport a ecosistemelor și amprenta ecologică a activităților umane
 - 3.1. Bunuri și servicii ecosistemice
 - 3.2. Capacitatea ecosistemelor de a suporta activități socio-economice
 - 3.3. Amprenta ecologică: teorie, calcul și aplicații
4. Poluarea aerului: riscuri, politici
 - 4.1. Poluarea aerului și ciclurile biogeochimice
 - 4.2. Modificările climatice globale; distrugerea stratului de ozon; depunerile atmosferice acide
5. Catastrofe naturale: mecanisme naturale, rolul activităților umane, politici
 - 5.1. Furtuni și inundații; degradarea solurilor; deșertificarea
 - 5.2. Criza mondială a apei; criza mondială a biodiversității
6. Degradarea mediului și sănătatea umană
 - 6.1. Sănătatea mediului și sănătatea umană
 - 6.2. Efectele contaminării mediului asupra sănătății ecosistemelor și oamenilor
 - 6.3. Efectele modificărilor climatice asupra sănătății ecosistemelor și oamenilor
 - 6.4. Efectele radiațiilor UV asupra sănătății ecosistemelor și oamenilor
 - 6.5. Efecte combinate asupra sănătății ecosistemelor și oamenilor
7. Conștientizarea mediului înconjurător: relevanța științelor și tehnologiilor de mediu
 - 7.1. Principiul precauției în exploatarea resurselor naturale (IUCN)
 - 7.2. Ecologie industrială: principii și aplicații; biotehnologii pentru mediu
 - 7.3. Analize de mediu (tipuri și aplicații) și reconstrucția ecologică
 - 7.4. Modificările de utilizare a terenurilor și apelor

8. Percepția socială și culturală a mediului și a dezvoltării socio-economice
- 8.1. Percepția socială a științei și educației; sisteme tehnoso-ciale
9. Indicatori ai sustenabilității
- 9.1. Indicatori ecologici
- 9.2. Indicatori sociali
- 9.3. Indicatori economici
- 9.4. Indicatori sintetici
10. Scenarii și modele în implementarea dezvoltării durabile
- 10.1. Scenarii de dezvoltare durabilă vs nedurabilă; viitorul omenirii
- 10.2. Cazuri și personalități în implementarea dezvoltării durabile
- 10.3. Rolul curentelor și partidelor politice și al ONG-urilor în tranziția către sustenabilitate
- 10.4. Rolul globalizării și mecanismelor de piață în tranziția către sustenabilitate
11. Exploatarea durabilă a ecosistemelor
- 11.1. Principii de exploatare durabilă a ecosistemelor
- 11.2. Recomandări practice pentru exploatarea durabilă a ecosistemelor
12. Tranziția către sustenabilitate
- 12.1. Probleme epistemologice ale conceptului de dezvoltare durabilă
- 12.2. Etica socială a dezvoltării durabile
- 12.3. Etica intergenerațională a dezvoltării durabile
- 12.4. Implicarea publicului în luarea deciziilor care privesc dezvoltarea durabilă
- 12.5. Mecanisme instituționale și politici pentru implementarea sustenabilității
- 12.6. Rolul educației tinerilor în tranziția către sustenabilitate
- 12.7. Rolul educației adulților în tranziția către sustenabilitate

PARTEA a II-a: PRACTICĂ – STUDII DE CAZ

13. Conceptul de dezvoltare durabilă – omul și natura
14. Dezvoltarea socio-economică și degradarea mediului înconjurător
15. Valorificarea rațională a resurselor ecosistemelor
16. Poluarea atmosferei, litosferei, hidrosferei și biosferei
17. Catastrofe naturale și riscuri
18. Relația dintre sănătatea mediului și sănătatea umană
19. Științe și tehnologii de mediu
20. Percepția socială și culturală a mediului
21. Indicatori ai sustenabilității
22. Scenarii, modele și studii de caz în dezvoltarea durabilă
23. Exploatarea durabilă a ecosistemelor
24. Tranziția către sustenabilitate – decizie, management și educație

INTRODUCTION

This work is meant to be an introduction to sustainable development issues.

The accent falls on the international professional references and experiences, with the purpose to provide students with the basic elements needed for their own practice in Romania, as related to the international practice.

The annex provides a series of references upon the place that Romania and 'Alexandru Ioan Cuza' University occupy in the regional knowledge and societal dynamics – the general frame in which we begin to discuss about sustainable development.

In a nutshell, Romania:

- Is the second economy in Central Europe, after Poland, with an annual pace of economic growth above 5% during the last 6 years.
- Has a *per capita* level of income of about 70% that of Poland, and the tendency is upward.
- Is the first country in Central Europe after the number of investment projects (an indicator of the foreign investors' interest in the Romanian economy) – it has overtaken Poland in 2006.
- Is the second country in Central Europe after the volume of foreign Direct Investments, after Poland, and the tendency is anticipated to go upward.

INTRODUCERE

Această lucrare este menită să fie o introducere în problematica dezvoltării durabile.

Accentul este pus pe reperele și experiența internațională în domeniu, cu scopul precis de a furniza studenților elementele necesare pentru propria lor practică în România, în legătură directă cu practica internațională.

Anexa indică o serie de repere asupra locului pe care România, Iașiul și Universitatea "Alexandru Ioan Cuza" din Iași îl ocupă în dinamica regională a dezvoltării cunoașterii și societății – cadrul general în care începem să vorbim despre dezvoltare durabilă.

Pe scurt, România:

- Este a doua economie din Europa Centrală, după Polonia, cu un ritm anual de creștere economică de peste 5% în ultimii 6 ani.
- Are un nivel al veniturilor *per capita* de ca. 70% din cel al Poloniei, și care este în creștere.
- Este deja prima țară din Europa Centrală după numărul de proiecte de investiții (un indicator al interesului investitorilor străini în economia României) – a depășit Polonia în 2006.
- Este deja a doua țară din Europa Centrală după volumul total al investițiilor străine, imediat după Polonia, iar tendința este prevăzută a se menține și pe viitor.

PART I: THEORY

1. The concept of sustainable development
- 1.1. The relationship between nature, society and economy

The ecological sustainability of human existence and activities became recently a central academic and societal subject of interest, along with basic economic and social issues.

Daily preoccupations started to uncover the reality that economy is not at all a separate, totally self-regulated system (Van Griethuysen, 2002).

Quite the opposite is true (Fig. 1) : economic systems are actually sub-systems of social systems, themselves sub-systems of the natural systems which support their existence (*e.g.*, Giddings *et al.*, 2002).

In a planetary understanding of the present day's globalization, world's economy is a sub-system of humanity, which is itself a sub-system of the Earth's biosphere. This means that economy cannot grow outside society, which cannot grow outside nature.

PARTEA I: TEORIA

1. Conceptul de dezvoltare durabilă
- 1.1. Relația dintre natură, societate și economie

Sustenabilitatea ecologică a existenței și activităților omului a devenit recent un subiect de mare interes universitar și social, alături de tematicile bazice, economice și sociale.

Preocupările zilnice au adus în atenție realitatea că economia nu este deloc un sistem separat și complet auto-reglat (Van Griethuysen, 2002).

Chiar din contra (Fig. 1), sistemele economice sunt de fapt sub-sisteme ale unor sisteme sociale, care sunt și ele sub-sisteme ale sistemelor naturale care fac posibilă existența lor (*e.g.*, Giddings *et al.*, 2002).

La scară planetară, această relație înseamnă că economia lumii este un sub-sistem al societății umane, care la rândul ei este un sub-sistem al biosferei Pământului. Deci economia nu poate crește în afara societății, care nu poate crește în afara naturii.

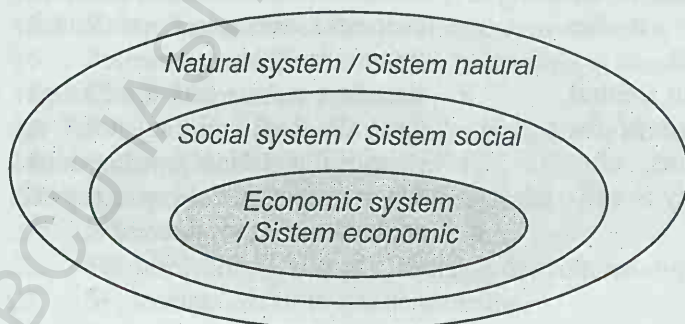


Fig. 1

The (nested) inclusion relation between economic, social & natural systems.

Relația de incluziune (în serie) dintre sistemele economice, sociale & naturale.

1.2. What is sustainable development, and why do we need it?

The concept of *sustainable development* has achieved consecration via the report *Our Common future*, published by the World Commission on Environment and Development (established in 1983 by the General Assembly of the United Nations). The document is also known as *The Brundtland Report*, after the name of its chair person, Mrs Gro Harlem Brundtland (WCED, 1987).

According to the definition in the report, sustainable development is *the development which helps to satisfy the needs of the present generation without compromising the possibility of future generations to satisfy theirs*.

Development is sustainable when the nested inclusion relationship between nature, society & economy stays intact. Development is unsustainable when the nested inclusion relationship is ignored. Unsustainable development takes place when economic activities utilizes social or/and natural systems beyond their own capacity. Overused natural or/and social systems will lose their capacity to maintain themselves and the economic activities that overused them.

Typically, unsustainable development occurs when short-term benefits are preferred at the expense of medium- and long-term ones. This may happen at all scale, from local to global.

On long-term, the consequences of such choices are ecologically disastrous, socially immoral and irresponsible and economically self-destructive.

In a nutshell, in order to mitigate risks, the long-term socio-economic value of nature must be preserved.

1.2. Ce este dezvoltarea durabilă și de ce avem nevoie de ea?

Conceptul de *dezvoltare durabilă* (sau *sustenabilă*) a fost consacrat prin raportul *Viitorul nostru comun*, al Comisiei Mondiale pentru Mediu și Dezvoltare (stabilită de către Adunarea Generală a Națiunilor Unite în 1983). Documentul mai este cunoscut și sub numele *Raportul Brundtland* – după președinta comisiei, Doamna Gro Harlem Brundtland (WCED, 1987).

După definiția raportului, dezvoltarea durabilă este *dezvoltarea capabilă să satisfacă nevoile generației prezente, dar fără a compromite posibilitatea generațiilor viitoare de a-și satisface propriile ei nevoi*.

Dezvoltarea este sustenabilă atunci când incluziunea în serie dintre natură, societate și economie rămâne intactă. Dezvoltarea este nesustenabilă atunci când această incluziune este ignorată.

Dezvoltarea nesustenabilă se întâmplă atunci când activitățile economice uzează sistemele sociale sau/și naturale dincolo de capacitatea lor. Suprauzate, aceste sisteme își pierd capacitatea de automenținere și de întreținere a activităților economice.

Tipic, dezvoltarea nesustenabilă apare atunci când beneficiile economice pe termen scurt sunt preferate în dauna celor pe termen mediu și lung – la orice scară, de la locală la globală.

Pe termen lung, consecințele unei astfel de alegeri sunt din punct de vedere ecologic dezastruoase, din cel social – imorale și iresponsabile iar din punct de vedere economic – destructive.

Pe scurt, pentru a minimiza riscurile, perpetuitatea valorii socio-economice a naturii trebuie apărată.

2. Consequences of socio-economic development upon environment
- 2.1. The Kuznetz curves on the correlation between economical development and environmental degradation

The most visible effect of economic development upon natural environment is pollution. Its intensity appears to vary with different stages of development of the human society and economy.

A very productive scientific debate and most relevant for public and all decision-makers have been triggered by the *Environmental Kuznet Curve (EKC)* hypothesis (Panayotou, 1993): pollution values increase with *per capita* income (Gross Domestic Product – GDP) up to a turning point, decreasing thereafter – an inverted-U relationship. Fig. 2 shows an example for the relation between GDP and emissions of CO₂ (the main greenhouse gas) – tendency observed in European countries (Fig.2). Still, the situation for CO₂ for the entire world is different; as it is for other pollutants.

2. Consecințele dezvoltării socio-economice asupra mediului înconjurător
- 2.1. Curbele "Kuznetz" ale relației dintre dezvoltarea economică și degradarea mediului

Cel mai vizibil efect al dezvoltării economice asupra mediului natural este poluarea. Intensitatea ei pare să varieze în funcție de diferitele stadii de dezvoltare ale societății și economiei umane.

O dezbateră științifică foarte prolifică și relevantă pentru public și toți factorii de decizie a fost declașată de ipoteza *Curbelor Kuznetz de Mediu (CKM)* (Panayotou, 1993): poluarea crește cu venitul *per capita* (Produsul Intern Brut – PIB) până la un punct, după care scade – deci o relație de tip U-inversat. În Fig. 2 prezentăm un exemplu pentru relația dintre emisiile de CO₂ (cel mai important gaz cu efect de seră) – tendință observată în țările Europene (Fig.2). Situația mondială pentru CO₂ este însă diferită, cum este și pentru alți poluanți.

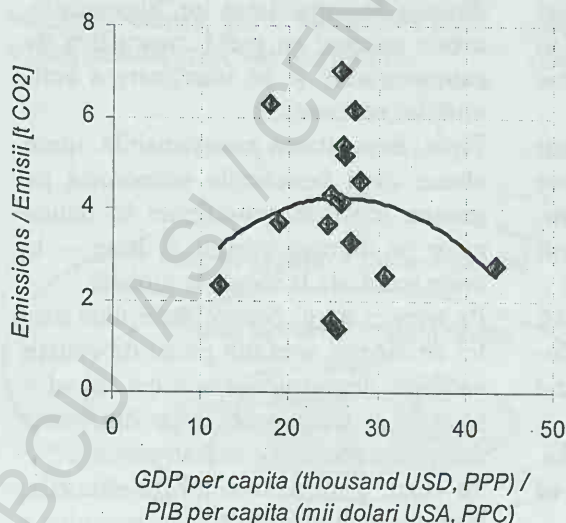


Fig. 2

Relation between income (GDP in US dollars, at Purchasing Power Parity – PPP). Pollution data (for 2001) is from the European Pollutant Emission Register - EPER. GDP data (for 2001) is compiled from CIA World factbook.

Relația dintre venituri (PIB în dolari USA, la Paritatea Puterii de cumpărare – PPC). Valorile emisiilor (per 2001) sunt din Registrul European al Emisiilor Poluanților - REEP. Valorile PIB-ului (per 2001) sunt din CIA World factbook.

This pattern is not general (e.g., Ciumașu & Costica, in press): environmental impact overall may become critical and unbearable during industrialization, but it doesn't necessarily return, in the post-industrial stage, to a bearable level. They may even resume in-crease, after a short decline (Fig. 3), due to increased resources consumption or re-location of 'dirty' industries in other countries.

Acest model nu este general (e.g., Ciumașu & Costică, sub tipar): efectul total asupra mediului poate deveni în perioada de industrializare critic și nementenabil, fără să mai scadă în epoca post-industrială. Din contra, poate chiar să crească din nou, după o ușoară scădere (Fig. 3), prin creșterea consumului resurselor sau deplasarea industriilor 'murdare' în alte țări.

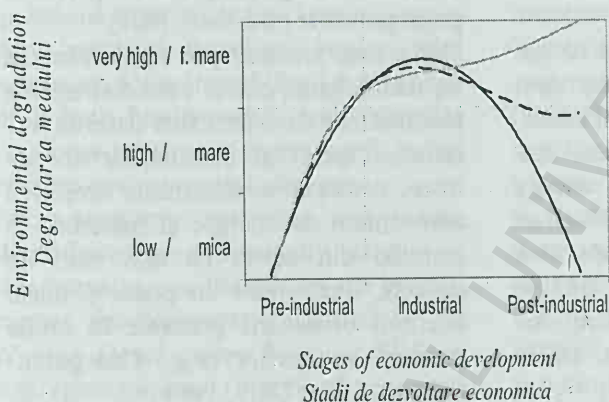


Fig. 3

Environmental damage will not necessarily decrease much with increasing income in the post-industrial development (dotted and grey lines).

Degradarea mediului nu scade neapărat odată cu creșterea veniturilor în dezvoltarea post-industrială (liniile punctată și gri).

EKC theory is very useful in practice, but only in a targeted manner: certain pollutants, and more at local scales.

There are several factors that can help explain the inverted-U EKC pattern. The most cited one is the income increase. Overtime, GDP progress is associated with structural economic changes: after an initial development being achieved via industrialization, typically with massive application of highly polluting technologies, new and less pollution economic sectors begin to develop, notably services. Also, more efficient technologies usually emerge in the most developed countries to date (because they are better in innovation) and replace the older ones.

Teoria EKC este utilă în practică, dar numai în manieră bine ținută: anumiți poluanți, de obicei la scară locală.

Sunt mai mulți factori care pot ajuta la explicarea modelului EKC U-inversat. Cel mai citat dintre ei este creșterea veniturilor. În timp, avansul PIB-ului este asociat cu schimbări structurale în economie: după dezvoltarea inițială cu ajutorul industrializării, tipic prin aplicarea masivă de tehnologii foarte poluante, încep să se dezvolte sectoare economice noi și mai puțin poluante, mai ales servicii. În plus, în țările care sunt în prezent cele mai dezvoltate apar tehnologii mai eficiente (fiind țări mai performante în inovație), care le înlocuiesc pe cele vechi.

For example, the today's new fast developing countries are less resource-efficient – they are using more than double the amount of oil used by developed economies to produce one dollar of GDP (The Economist, 2005b). Hence, they are more polluting.

In addition, when people gradually escape basic economic constraints, they begin to demand living in a healthier environment. So they make pressure in favour of less polluting activities and technologies (Barbier, 2005).

Hellas, such pressures may not be sufficient. In this case, environmental destruction will intensify because of extending economic activity volumes, leading to higher consumption of energy and materials and larger quantities of wastes by-products. The result of such a dynamics can only be a general decline of the welfare despite increasing incomes (e.g., Georgescu-Roegen, 1971; Daly, 1991).

The only way out of this vicious circle of unsustainability is the *decoupling* of the economic development from the environmental degradation (Fig. 4).

De exemplu, națiunile care în prezent se dezvoltă rapid sunt mai puțin eficiente cu resursele – ele folosesc pentru producerea unui dolar din PIB cel puțin de două ori mai mult petrol decât țările dezvoltate (The Economist, 2005b). Deci poluează mai mult.

Pe urmă, când încep să scape de constrângerile economice de bază, oamenii încep să pretindă o viață într-un mediu sănătos și fac presiuni în favoarea tehnologiilor și activităților mai puțin poluante (Barbier, 2005).

Dar aceste presiuni pot foarte bine să fie insuficiente, caz în care distrugerea mediului se va intensifica datorită volumului sporit al activităților economice, ceea ce va determina creșterea consumului de energie și materiale și cantități din ce în ce mai mari de deșeuri. Rezultatul nu poate fi decât declinul bunăstării generale în ciuda creșterii veniturilor (e.g., Georgescu-Roegen, 1971; Daly, 1991).

Singura ieșire din acest cerc vicios al nesustenabilității este *decuplarea* dezvoltării economice de la degradarea mediului (Fig. 4).

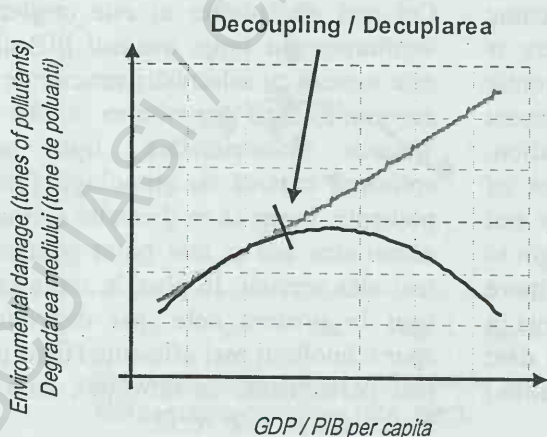


Fig. 4

Hypothetical decoupling of economic development (the grey line) from environmental damage (the black line).

Decuplarea ipotetică a dezvoltării economice (linia gri) de distrugerea mediului (linia neagră).

2.2. The relation between the human development index and environmental degradation

The fundamental necessity to *decouple* economic growth from environmental degradation is clear. The big concerns, however are (1) *How to do it*, and (2) *How realistic are the current plans* (Von Schomberg, 2002).

However, any potential answer to these questions start with the *human factor*. Any solution therefore begins with education for sustainability (at all ages), with both fundamentals and particular concerns on urgent topics such as the current environmental changes.

Socio-economic activities and nature degradation are intrinsically, as well as dynamically, conditioned by the general human development, quantified by the *Human Development Index – HDI*: an aggregate measure (Fig. 5) of economic well-being, health and education, used within the United Nations Development Program – UNDP (e.g., HDR2003, 2003). Annual reports with HDI are available on internet, and provide good references for sustainability researchers and teachers, for their evaluations upon research and educational needs, and for identifying the best approaches.

2.2. Relația dintre indicele dezvoltării umane și degradarea mediului

Necesitatea fundamentală de a decupla creșterea economică de la degradarea mediului este clară. Marile preocupări sunt însă (1) *Cum să fie făcută*, și (2) *Cât de realiste sunt planurile actuale* (Von Schomberg, 2002).

Oricum, orice posibil răspuns la aceste întrebări începe cu *factorul uman*. Soluțiile încep deci cu educația pentru sustenabilitate (la toate vârstele), atât la nivel bazic, cât și focalizată pe teme urgente precum actualele schimbări de mediu.

Activitățile socio-economice și degradarea naturii sunt în mod intrinsec și dinamic condiționate de dezvoltarea umană generală, de obicei quantificată în *Indicele Dezvoltării Umane – IDU*: o măsură agregată (Fig. 5) a bunăstării economice, sănătății și educației, la Programul Națiunilor Unite pentru Dezvoltare – PNUD (e.g., HDR2003, 2003). Raporturi anuale cu IDU sunt disponibile pe internet și furnizează referințe utile pentru cercetători și educatori, în evaluările nevoilor și abordărilor științifice și educaționale pentru identificarea metodelor optime.

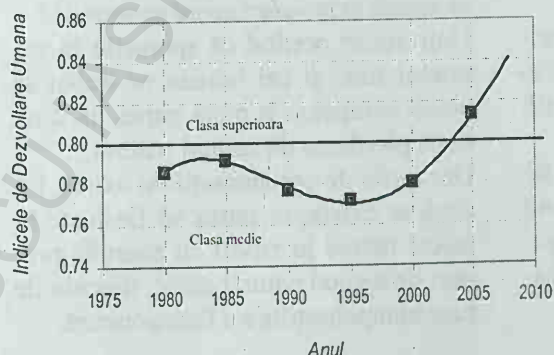


Fig. 5

Evolution of the values of the Human Development Index (HDI) for Romania.

Evoluția valorii Indicelui Dezvoltării Umane (IDU) pentru România.

2.3. Types of capital: natural, human, physical

Current unsustainable development has its origin in the *neoclassic economics assumption that natural resources are unlimited* (taken as granted). And they are seen as *externalities: they do not count in the economic decision*.

Increasing human population and *per capita* economic activity resulted in ecosystem overexploitations. This in turn, will end up putting economic activity itself at risk, via destruction of irreplaceable natural resources, in deed the *natural capital* (Jansson *et al.* 1994; Giddings *et al.*, 2002; Barbier, 2005).

Natural capital (K_N), together with physical capital (K_P) and human capital (K_H) form the total capital stock (Edwards-Jones *et al.*, 2000; Barbier, 2005). All these three forms of capital participate to economic activities meant to increase human welfare, *i.e.* the production process. In addition, natural capital is important for life support and immaterial human values (including aesthetics). Human capital is in addition essential for the creation and use of knowledge, and the physical capital represents the built environment which is important for the economic activities.

It is fundamental that natural resources should be understood as natural capital, *i.e.* go through *economic valuation*.

Some authors claim that gains in physical and human capital should be able to compensate much of, or even the all, the natural capital loss.

But compensations, if existed (they do not!), could only be taken into account in relation to some critical natural capital (thresholds) after which compensations cannot function any longer.

2.3. Tipuri de capital: natural, uman și fizic

Actuala dezvoltare nesustenabilă își are originea în *prezumția economiei neoclasice cum că resursele naturale ar fi nelimitate* (luate ca garantate). Și sunt văzute ca *externalități: adică nu atârnă în decizia economică*.

Creșterea populației umane și a activităților economice a dus la supraexploatarea ecosistemelor. Aceasta va duce la punerea activităților economice sub un mare risc, prin distrugerea resurselor naturale de neînlocuit – deci *capitalul natural* (Jansson *et al.*, 1994; Giddings *et al.*, 2002; Barbier, 2005).

Capitalul natural (K_N), împreună cu capitalul fizic (K_P) și capitalul uman (K_H) formează capitalul total disponibil (Edwards-Jones *et al.*, 2000; Barbier, 2005). Toate trei formele de capital participă la activitățile economice menite să sporească bunăstarea umană, *i.e.* procesul de producție. În plus, capitalul natural este important ca suport al vieții și al valorilor umane imateriale (inclusiv cele estetice). Capitalul uman mai este esențial pentru crearea și utilizarea cunoașterii, iar capitalul fizic reprezintă mediul artificial necesar pentru activitățile economice.

Este fundamental ca resursele naturale să fie înțelese ca și capital natural, *i.e.* să treacă prin *valorizarea economică*.

Unii autori pretind că sporurile în capitalul fizic și cel human ar trebui să poată compensa o bună parte, dacă nu toată pierderea de capital natural.

Dar astfel de compensații nu există. Iar dacă ar exista, ar putea să fie luate în calcul numai în raport cu anumite praguri de capital natural critic, dincolo de care compensațiile nu funcționează.

In reality, such critical capital cannot be identified because of the complexity of the natural systems: the inherently non-linear dynamics of ecosystems, and their historical character (Ekins, 2003). Given this peculiar complexity, it is hard to imagine that knowledge and technology can compensate for ultimate losses of the natural capital (*e.g.*, Ehrlich *et al.*, 1999; Barbier, 2005).

In this situation, blind action that would annihilate natural capital is the worse possible course of action, and should be avoided (details in chapter 7.1).

În realitate, capitalul natural critic nu poate fi decelat datorită complexității sistemelor naturale: inerenta dinamică non-liniară a ecosistemelor, precum și caracterul lor istoric (Ekins, 2003). Dată fiind această complexitate, este greu de imaginat cum cunoașterea și tehnologia ar putea vreodată compensa pierderile de capital natural (*e.g.*, Ehrlich *et al.*, 1999; Barbier, 2005).

În această situație, acțiunea orbească de distrugere a capitalului natural ar fi cea mai rea alternativă, și trebuie deci evitată (detalii în capitolul 7.1).

3. Ecosystem carrying capacity and ecological footprint of human activities

3.1. Ecosystem goods and services

Natural capital depends on a plethora of ecosystem goods and services which are the bases for further development of physical and human capitals. These benefits are due to the general and the peculiar properties of each ecosystem and are essential to human health and welfare (e.g., De Groot *et al.*, 2002):

- Atmospheric gas regulation (biogeochemical cycles),
- Local and global climate regulation via biologically-mediated processes,
- Disturbance dampening (prevention),
- Water regulation (via land cover/uses in river collection basins),
- Water supply (filtering, retention, and storage),
- Oil formation and retention,
- Nutrient regulation (via recycling),
- Waste treatment (biodegradation and bio-assimilation of pollutants),
- Pollination,
- Biological control of pests (natural food chains and food pyramids),
- Food and medicinal resources,
- Raw materials,
- Genetic resources,
- Ornamental resources,
- Recreation / inspiration, education.

Valuation of natural resources depends upon intrinsic properties of the natural systems: nonlinear dynamics, processes unpredictability and irreversibility, and the historical character (e.g., Straton, 2006). Methods exist for *payment for ecosystem services – PES* (e.g., Farber *et al.*, 2002; Weber, 2008).

3. Capacitatea de suport a ecosistemelor și amprenta ecologică a activităților umane

3.1. Bunuri și servicii ecosistemice

Capitalul natural depinde de o pletoară de bunuri și servicii ecosistemice care sunt baza dezvoltării capitalului fizic și uman. Aceste beneficii se datorează proprietăților generale și particulare ale fiecărui ecosistem și sunt esențiale pentru sănătatea și bunăstarea oamenilor (e.g., De Groot *et al.*, 2002):

- Regularizarea gazelor atmosferice (ciclurile biogeochemice),
- Regularizarea climatică (via procese biologice) locală și globală,
- Amortizarea perturbărilor (prevenția),
- Regularizarea apelor (prin utilizarea terenurilor în bazinele hidrografice),
- Resurse de apă (filtrare, retenție și depozitare),
- Formarea și retenția petrolului,
- Regularizarea nutrienților (reciclare),
- Tratarea deșeurilor (biodegradarea și bioasimilarea poluanților),
- Polenizare,
- Controlul biologic al dăunătorilor (lanțuri și piramide trofice naturale),
- Alimente și resurse medicinale,
- Materii prime,
- Resurse genetice,
- Resurse ornamentale,
- Refacere / inspirație, educație.

Valorizarea resurselor naturale depinde de proprietățile intrinseci ale sistemelor naturale: dinamici nonliniare, imprevizibilitatea, ireversibilitatea și caracterul istoric (e.g., Straton, 2006). Există metode de *plată pentru servicii ecosistemice – PSE* (e.g., Farber *et al.*, 2002; Weber, 2008).

PES is currently one major topic in the field of ecological economics, and methods are now being developed.

PES is not a easy task, because it must be ceaselessly improved so as to best account for the up-to-date knowledge upon ecosystem functioning and health. PES is a typical example of collaboration between economics and ecology: ecologists work with economists on a common platform and language, so that ecological knowledge is integrated into PES, and that economical interrogations generate further knowledge progress.

For example, ecosystem functions and services rely on key processes of the biochemical cycles: biomass production by primary producer species (photosynthetic organisms) and biomass decay by decomposer species. Decomposers include invertebrate detritivores which break down organic matter (litter) into small pieces that can be further broken chemically, by bacterial and fungal species, down into inorganic molecules like ammonium, phosphate, water and carbon dioxide (*e.g.*, Aerts, 2006). The abundance and composition detritivores are functionally interlinked with plant chemistry and productivity, and through them, with consumers (herbivores and carnivores and parasites) (Wurst *et al.*, 2003) and with chemical decomposers (*e.g.*, Scheu *et al.*, 2002).

The paramount complexity of these inter-dependencies important for economic activities is a most important reason why every potential major disturbance on ecosystem integrity in structure and function (*e.g.*, Chapman & Reiss, 1999) must be taken into account by PES.

PSE este în prezent una din temele majore în economia ecologică, multe metode fiind acum dezvoltate.

PSE nu este o sarcină ușoară, deoarece trebuie permanent perfecționată pentru a integra înțelegerea la zi asupra funcționării și sănătății ecosistemelor. PSE este un exemplu tipic de colaborare între economiști și ecologiști, cu o platformă și un limbaj comune, astfel încât cunoașterea ecologică să fie integrată în PES, și interogațiile economice să genereze și stimuleze pe mai departe progresul cunoașterii.

De exemplu, funcțiile și serviciile ecosistemice depind de procese-cheie din ciclurile biogeochimice: producția de biomasă (organismele fotosintetice – producători primari) și descompunerea biomasei. Descompunătorii includ nevertebrate detritivore care rup material organică (litiera) în fragmente care pot fi ulterior degradate chimic, de către descompunătorii bacterieni și fungici, până la molecule anorganice precum amoniac, fosfați, apă și bioxid de carbon (*e.g.*, Aerts, 2006). Abundența și compoziția detritivorilor sunt legate reciproc-funcțional de chimia și productivitatea plantelor, iar prin acestea, de consumatori (ierbivori, carnivori și paraziții lor) (Wurst *et al.*, 2003) și de descompunătorii chimici (*e.g.*, Scheu *et al.*, 2002).

Impunătoarea complexitate a acestor inter-dependențe importante pentru activitățile economice este un motiv forte pentru ca orice potențială perturbare majoră a integrității structurale și funcționale (*e.g.*, Chapman & Reiss, 1999) să fie neapărat tratată în cadrul PES.

3.2. Ecosystem capacity to support socio-economic activities

We live now in a human-driven crisis of the environment, which is essentially caused by three factors:

1. Increasing human population,
2. Increasing consume of the average individual,
3. Inappropriate uses of technology (e.g., Ehrlich and Ehrlich, 1981).

The human-ecosystem relation can be described by two interrelated concepts from ecological economics:

1. Ecosystem *carrying capacity*, and
2. *Ecological footprint* of humans.

The *carrying capacity* is the amount of exploitation that ecosystems can afford to take/carry, i.e. the one that it doesn't hurt its self-regeneration power. Each ecosystem has its own, lower or higher, carrying capacity. This is measurable (estimation), based on bioproductivity and the other biological parameters imbedded within the earlier-described ecosystem goods and services.

3.3. The ecological footprint: theory, calculations and applications

The *ecological footprint* is the impact that humans' existence and activities exerts upon ecosystems. This too can be estimated from a series of parameters on the needs of the human populations, like: nourishment, shelter, mobility and a further variety of goods and services. Ecological footprint is much correlated with income (e.g., Wackernagel & Rees, 1996; Barrett & Simmons, 2003).

3.2. Capacitatea ecosistemică de a suporta activități socio-economice

Trăim în prezent într-o criză a mediului care este în esență cauzată de om via trei factori:

1. Creșterea populației umane
2. Creșterea consumului individual mediu
3. Folosirea nepotrivită a tehnologiilor (e.g., Ehrlich and Ehrlich, 1981).

Relația om-ecosistem poate fi descrisă prin intermediul a două concepte interconexe, din economia ecologică:

1. *Capacitatea (ecosistem) de suport*
2. *Amprenta ecologică* a omului.

Capacitatea de suport este cantitatea de exploatare pe care un sistem o poate permite/duce, i.e. cât nu strică puterea lui de autoregenerare. Orice ecosistem are capacitate lui de suport, mai mică sau mai mare. Ea este măsurabilă (estimare) pe baza bioproductivității și a altor parametri implicați în bunurile și serviciile ecosistemice descrise mai devreme.

3.3. Amprenta ecologică: teorie, calcul și aplicații

Amprenta ecologică este impactul pe care existența și activitățile oamenilor îl exercită asupra ecosistemelor. Ea poate fi estimată pe baza unor serii de parametri asupra nevoilor omenirii, precum: hrană, adăpost, mobilitate, și o întreagă sumă de alte bunuri și servicii. Amprenta ecologică este strâns corelată cu veniturile (e.g., Wackernagel & Rees, 1996; Barrett & Simmons, 2003).

Each person can estimate its very own ecological footprint using algorithms of typical consum. You need not know yourself the calculation: it can be done through questionnaire-based calculators on dedicated internet sites, for example the one by the World Wildlife Fund – WWF: <http://footprint.wwf.org.uk>.

If the calculated value for you is equal to, or smaller than 1, then your way of living is sustainable. But if the value is higher than 1, then your way of living is unsustainable, *i.e.* you live as we would have more than one planet Earth. This exercise also suggests you what to do to decrease your ecological footprint.

Also, the ecological footprint of entire human communities can be estimated. High-income cities typically use the carrying capacity of a wide hinterland: their ecological footprints may amount to hundreds of times larger than the carrying capacity of the areas they physically occupy (Folke *et al.*, 1997). But, it makes sense to consider the ecological footprint of a city in relation to its geographic surroundings.

The ecological footprint of a country is actually much more relevant. Highly populated and urbanized countries may have ecological footprints equivalent to more than several times the capacity national territory, *e.g.* 2.5 times for UK (Barrett & Simmons, 2003).

As for the overall (global) ecological footprint of humanity, the preliminary estimates showed that humans already consumed, annually speaking, the entire carrying capacity of the biosphere in the late 1980s, and exceeded it by 20% in around 2000 (Wackernagel *et al.*, 2002). Other authors already locate this moment even earlier – in the late 1970s (*e.g.*, Wilson, 2002).

Orice persoană își poate estima propria amprentă ecologică via algoritmi tipici de consum. Nu ai nevoie să știi tu însuși metoda de calcul: se poate face printr-un chestionar-calculator de pe o pagină internet dedicată, de exemplu cea a Fondului Mondial pentru Natură – WWF: <http://footprint.wwf.org.uk>.

Dacă valoarea calculată este egală cu, sau mai mică decât 1, atunci modul tău de viață este sustenabil. Iar dacă este mai mare decât 1, trăiești nesustenabil, *i.e.* trăiești ca și când am avea mai mult decât o planetă Pământ. Acest exercițiu indică și ce să faci pentru a-ți micșora amprenta ecologică.

Se poate estima și amprenta ecologică a unor comunități întregi. De regulă, orașele cu venituri mari utilizează capacitatea de suport a unei largi zone înconjurătoare: amprenta lor ecologică poate depăși de câteva sute de ori capacitatea de suport a teritoriului pe care o ocupă fizic (Folke *et al.*, 1997). Este totuși logic ca amprenta ecologică a unui oraș să fie considerată în raport cu vecinătatea sa geografică.

În orice caz, amprenta ecologică a unei țări este mai relevantă. Țările intens populate și industrializate au amprente ecologice care ajung să fie cu mult mai mari decât capacitatea teritoriului național, *e.g.* de 2,5 ori pentru Marea Britanie (Barrett & Simmons, 2003).

În ceea ce privește amprenta ecologică a omenirii, estimările preliminare arată că în anii '80 oamenii consumau deja, anual, întreaga capacitate de suport a biosferei, această valoare ajungând în jurul lui 2000 să fie depășită cu circa 20% (Wackernagel *et al.*, 2002). Alți autori plasează acest moment chiar și mai devreme – adică în anii '70 (*e.g.*, Wilson, 2002).

A global ecological footprint that is higher than the carrying capacity of the biosphere means that the humanity has already begun to 'eat up' the resources that the biosphere needs for its own structural and functional regeneration – the very basis of its carrying capacity. This overexploitation triggers a vicious circle: a diminishing carrying capacity, which leads to aggravation of needs, which causes further intensification of overexploitation.

Since the destruction of natural capital cannot be compensated for through increases in other capital types (chapter 2.3), the persistence of the current ways of socio-economic development leads to crisis chronicization. It is therefore very likely that the Earth's biosphere is now getting engaged in (the optimistic view), or has already entered (in the pessimistic view) a downward spiral towards global collapse.

Such numbers cast considerable doubts upon the hypothesis that environmental problems are being overcome when countries get richer (chapter 2.1). Quite on the contrary, developed economies show strong ecological footprints, very low flexibility in mitigating it (Richard *et al.*, 2004), and unequally distributed effects, particularly unfair utilization of the carrying capacity of other countries (Stern *et al.*, 1996).

The fundamental value of ecological footprint estimations is that they show clearly that new basic approaches must be adopted for future socio-economic development. The ultimate goal is to apply sustainability knowledge and methods within the wider business community of the world (e.g., Gray & Milne, 2002).

O amprentă ecologică globală mai mare decât capacitatea de suport a planetei înseamnă că deja se 'mănâncă' din resursele de care biosfera terestră are nevoie pentru propria menținere și regenerare structurală și funcțională – chiar baza capacității sale de suport. Această supraexploatare declanșează un cerc vicios: scăderea capacității de suport, ceea ce duce la agravarea nevoilor, ceea ce cauzează mai departe intensificarea supraexploatării.

Deoarece distrugerea capitalul natural nu poate fi compensată prin creșterea altor tipuri de capital (capitolul 2.3), persistența actualelor căi de dezvoltare socio-economică duce la cronicizarea crizei. Este deci foarte probabil că biosfera Pământului este pe punctul de a intra (în varianta optimistă) sau a intrat deja (în varianta pesimistă) într-o spirală descendentă, înspre colapsul planetar.

Asfel de numere proiectează serioase îndoieli asupra ipotezei că problemele de mediu vor fi rezolvate când țările devin mai bogate (capitolul 2.1). Din contră, economiile dezvoltate arată amprente ecologice puternice, scăzută flexibilitate în diminuarea lor (Richard *et al.*, 2004), precum și efecte inegal distribuite, mai ales utilizarea incorectă a capacității de suport a altor țări (Stern *et al.*, 1996).

Valoarea fundamentală a estimărilor amprente ecologice este aceea că ele arată clar că pentru viitoarea dezvoltare socio-economică este nevoie de noi abordări. Obiectivul central este acela de a aplica cunoștințele și metodele sustenabilității în interiorul comunității mondiale de afaceri (e.g., Gray & Milne, 2002).

4. Air pollution: risks and policies

4.1. Air pollution and biogeochemical cycles

Probably the largest human influence on the environment is climate warming, mainly due to industrial emissions of CO_2 , and of other greenhouse gases, like CH_4 , N_2O which together make up the "aggregate greenhouse gas" – GHG (UNDESA-DSD, 2006).

Even though climate is also influenced by long-term fluctuations in the effects of the sun upon Earth, the reports per 2007 of the Intergovernmental Panel for Climate Change – IPCC acknowledge, with a degree of certainty higher than 90%, that humans are the main responsible for the current climate changes. The atmospheric proportion of CO_2 has increased from 280 ppm^3 in the pre-industrial era (1750) to 379 ppm^3 in 2005 – with 35% (IPCC-WGI, 2007).

Climate changes hurt many functional patterns of the natural systems, often endangering the very existence of some ecosystems and the security of human communities depending on them.

There are important feed-backs between climate and ecosystems. Changes in climate conditions have repercussions on energy and matter circulation all along food webs: primary producers, consumers, and decomposers.

For example climate warming increases the decomposition pace of dead organic matter (litter), through changes in the physico-chemical properties of the soils (temperature, humidity, pH etc.). This effect is very important, because litter is about 70% of the total annual carbon flux (Raich & Schlesinger, 1992).

4. Poluarea aerului: riscuri, politici

4.1. Poluarea aerului și ciclurile biogeochimice

Probabil principala influență a omului asupra mediului este încălzirea climei, în mare parte prin emisiile industriale de CO_2 , și de alte gaze cu efect de seră, precum CH_4 , N_2O – împreună formează "gazul cu efect de seră agregat" (UNDESA-DSD, 2006).

Deși clima este influențată și de unele fluctuații pe termen lung ale influenței soarelui asupra Pământului, rapoartele per 2007 ale Panelului Internațional pentru Schimbările Climatice – PISC confirmă, cu un grad de certitudine de peste 90%, faptul că oamenii sunt principalii responsabili pentru schimbările climatice. Proporția atmosferică de CO_2 a crescut de la 280 ppm^3 în era pre-industrială (1750) la 379 ppm^3 în 2005 – cu 35%. (IPCC-WGI, 2007).

Schimbările climatice dăunează multor căi funcționale din sistemele naturale, de multe ori amenințând existența ecosistemelor și securitatea comunităților umane care depind de ele.

Există importante feed-back-uri între climă și ecosisteme. Schimbările în condițiile climatice au repercusiuni în circuitele energetice și materiale din rețelele trofice: producători primari, consumatori, descompunători.

De exemplu, încălzirea climatică crește rata descompunerii materiei organice moarte (litiera), prin schimbări ale proprietățile solurilor (temperatură, umiditate, pH etc.). Acest efect este important, deoarece litiera reprezintă 70% din fluxul anual total de carbon flux (Raich & Schlesinger, 1992).

Also, climate warming also modifies litter properties by inducing changes in the structure / composition in species of the vegetation (Aerts, 2006).

Local shifts in the temperature and precipitation regimes impose changes in plant communities; species will need to relocate so that they remain within their physiological and ecological limits.

Climate changes will not have the same intensity and effects all over the Planet. For instance, high-latitude and high altitude areas are very sensitive to global warming. For this reason, polar and sub-polar tundra, and mountain ecosystems are most valuable indicators (anticipators) on the effects of climate changes on the Earth's ecosystems (Rusek, 1993).

Thus, tundra regions are known to function as sinks for the atmospheric CO₂, because cold winter temperatures prevent the decay of organic matter produced during the polar summer.

Lately, scientists began to study the possibility that global warming may trigger a positive feed-back where the huge stores of organic matter in the tundra soils begin to decompose (*i.e.*, where enough moisture is available), and so begin to behave, in fact, like carbon sources contributing greenhouse gas emissions and global warming (Oechel *et al.*, 1993).

In addition, one must point out that, in all regions vegetation, is not only CO₂ sink (through photosynthesis) but also a CO₂ source (through respiration). Increasing global and local mean temperatures may shift the balance of CO₂ emission / fixation, and not necessarily towards CO₂ fixation.

În plus, încălzirea climei mai modifică proprietățile literei și prin modificarea structurii / compoziției pe specii ale comunităților vegetale (Aerts, 2006).

Modificările regimurilor locale ale temperaturilor și precipitațiilor impun schimbări în vegetație; speciile vor trebui să migreze pentru a se menține în limitele lor fiziologice și ecologice.

Schimbările climatice nu vor avea aceeași intensitate sau efecte peste tot. De exemplu, cele mai sensibile sunt regiunile aflate la latitudini sau altitudini ridicate. Din acest motiv, tundra polară și cea subpolară, precum și ecosistemele montane sunt excelenți indicatori (anticipatori) ai efectelor schimbărilor climatice asupra ecosistemelor Pământului (Rusek, 1993).

Astfel, se știe că regiunile de tundră sechestrează sistematic CO₂ atmosferic deoarece temperaturile joase de iarnă polară opresc descompunerea materiei organice produse pe timpul verii.

De curând, specialiștii investighează posibilitatea ca încălzirea globală să declanșeze un feed-back pozitiv în care materia organică acumulată masiv în solurile tundrei începe descompunerea (unde există și suficientă umiditate) și astfel începe să funcționeze ca sursă de carbon – sporind emisiile de gaze de seră și încălzirea climatică (Oechel *et al.*, 1993).

Mai mult, trebuie precizat că, în toate regiunile, vegetația nu este numai depozitară de CO₂ (prin fotosinteză), ci și sursă CO₂ (prin respirație). Creșterea temperaturilor medii globale și locale poate înclina echilibrul actual dintre emisia și fixarea de CO₂, și nu neapărat înspre fixarea CO₂.

4.2. Global climate changes; ozon layer depletion; acid atmospheric depositions

Air pollution has a series of intertwined consequences: the greenhouse effect and the subsequent climate changes, the depletion of the stratospheric ozone layer and the acid depositions. The complexity of their interactions makes their individual understanding very demanding; and certain interactions are not yet well understood.

The most important consequence of air pollution is *the disruption of the global carbon cycle* (chapter 4.1), with its major effect – global climate warming.

As reported by the *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*, the average global temperature increased by $0.6 \pm 0.2^\circ\text{C}$ during the 20th century, and it has been estimated to rise further with $1.4 - 5.8^\circ\text{C}$ until 2100.

Such increases will physically lead to modifications in frequency, intensity and duration of extreme meteorological events, e.g. more heat waves and heavy precipitation. Recent studies typically demonstrate how many of the expected changes will cause increased local risks of floods and droughts in many regions, with catastrophic effects on ecological, social and economic systems.

The reality is that both frequency and intensity of meteorological events have increased globally, but the distribution of the effects is not equal on the surface of the Earth. And the most affected are polar and mountain regions (IPCC-WGI, 2007).

Although the global temperature is set to increase, some areas will actually become colder. In some regions, the regime of the temperature, winds and

4.2. Modificările climatice globale; distrugerea stratului de ozon; depunerile atmosferice acide

Poluarea aerului are o serie de consecințe care se întrepătrund: efectul de seră și schimbările climatice, scăderea concentrației ozonului stratosferic, depunerile acide. Complexitatea interacțiunilor dintre ele face ca înțelegerea efectelor individuale să fie foarte solicitantă; iar anumite interacțiuni nu sunt încă bine înțelese.

Cea mai importantă consecință a poluării aerului este *perturbarea ciclului global al carbonului* (capitolul 4), care determină încălzirea climatică globală.

După rapoartele *Panelului Interguvernamental asupra Schimbărilor Climatice (PISC)*, temperatura medie globală a crescut cu $0,6 \pm 0,2^\circ\text{C}$ în secolul 20, estimându-se o creștere în continuare cu $1,4 - 5,8^\circ\text{C}$ până în 2100.

Asfel de creșteri vor determina fizic schimbări ale frecvenței, intensității și duratei fenomenelor meteo extreme, e.g., mai multe valuri de căldură și precipitații abundente. Studiile recente arată cum multe dintre schimbările așteptate vor cauza în multe regiuni creșterea riscurilor locale de inundații, cu efecte catastrofice asupra sistemelor ecologice, sociale și economice.

Realitatea este aceea că frecvența și intensitatea evenimentelor meteo au crescut la nivel global, dar distribuția ambelor efecte nu este egală pe suprafața Pământului. Iar cele mai afectate sunt regiunile polare și cele montane (IPCC-WGI, 2007).

Deși tendința temperaturii globale este crescătoare, unele zone vor deveni mai reci de fapt. Chiar, în unele regiuni, regimurile temperaturilor, vânturilor și

precipitations will change so much that some seasons may even disappear.

Overall, meteorological events will become more violent, because of *the increased amount of energy retained in the Earth's atmosphere (the greenhouse effect)*, which creates wider temperature gradients between various regions on our planet's surface. For example, hurricanes were reported to be more frequent and more powerful. Still, a technical word of caution is necessary: the precise links between climate warming and hurricanes are yet under debate (Pielke Jr. *et al.*, 2005). Some hurricanes produce more damages because of the often human insufficient management, not because of the meteorological events *per se*. So, climate changes should not be taken as an excuse for the casualties and for the material losses caused by managerial incompetence in emergency situations.

Several decades ago started a depletion of the concentration of the ozone (O_3) in the stratospheric layer which protects Earth from deadly UV-radiation. This is caused by chemicals like chlorofluoromethanes which, once released in the atmosphere, may remain there 40-150 years and cause the dissociation of the ozone molecule (Molina & Rowland, 1974). Very important, this dynamics is strongly influenced by climate. For example, cold climate facilitates ozone destruction, this being probably why the depletion was first observed above Antarctica (Solomon, 1990).

Ozone-depleting substances (ODSs) are being controlled by the *Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer*, from 1987.

precipitațiilor se vor schimba într-atât încât unele anotimpuri vor dispărea.

Per ansamblu, evenimentele meteo vor deveni mai violente, din cauza *cantității mai mari de energie reținute în atmosfera Pământului (efectul de seră)*, ceea ce creează gradienti termici mai largi între diferite regiuni de pe suprafața planetei. De exemplu, rapoartele spun că uraganele sunt mai frecvente și din ce în ce mai puternice. Totuși, trebuie dat un avertisment tehnic: legăturile precise dintre încălzirea climatică și uragane sunt încă în dezbateri (Pielke Jr. *et al.*, 2005). Unele uragane produc mai multe pagube din cauza multor deficiențe manageriale decât din cauze meteo *per se*. Deci, schimbările climatice nu trebuie luate ca scuză pentru pierderile de vieți omenești și pierderile materiale cauzate de incompetența managerială în situații de urgență.

Cu câteva decade în urmă, a început scăderea concentrației ozonului (O_3) în învelișul stratosferic care protejează Pământul de radiația UV mortală. Responsabili sunt substanțe precum clorofluorometanii care, odată eliberați în atmosferă, pot rămâne acolo 40-150 de ani și cauzează disocierea moleculelor de ozon (Molina & Rowland, 1974). Foarte important, această dinamică este puternic influențată de climă. De exemplu, clima rece facilitează distrugerea ozonului; probabil de aceea scăderea ozonului a fost inițial observată în Antarctica (Solomon, 1990).

Substanțele distrugătoare ale ozonului (SDO) sunt controlate prin *Protocolul de la Montreal* asupra substanțelor care distrug stratul de ozon, din 1987.

The document has undergone changes by the Ozone Secretariat of the United Nations Environment Programme (<http://www.unep.org/ozone/pdfs/Montreal-Protocol2000.pdf>).

The Protocol has been negotiated in the frame of the *Vienna Convention for the Protection of the Ozone Layer*

(<http://www.unep.ch/ozone/pdfs/viennaconvention2002.pdf>).

Under the Montreal Protocol, the ODSs have begun to be replaced with other substances. Since 1991, developing countries are being financially helped to comply with the Montreal Protocol through a mechanism called the *Multilateral Fund for the Implementation of the Montreal Protocol*

(<http://www.multilateralfund.org/>).

Beyond the differences (in emissions and control of ODSs) existing between developed and developing countries, big uncertainties persist in all countries (SOLGCS, 2005).

Another important type of pollution that interferes with biogeochemical cycles is represented by industrial emissions of sulphur oxides (SO_x) and other oxides (most often nitrogen oxides - NO_x) into atmosphere, followed by acid (dry or wet) depositions from the atmosphere. Wet depositions are also known under the name *acid rains* and were a serious problem in Europe and North America 20-30 years ago. Although the issue is not over yet, it tends to be transferred to the developing countries, especially in Asia (Galloway, 1995; Barbier, 2005).

Acid deposition was first acknowledged as a problem only when large noxious effects were observed in forests and fish (e.g., Overrein *et al.*, 1980; Sprinz, 1992).

Documentul a suferit modificări via secretariatul pentru ozon al Programului Națiunilor Unite pentru Mediu

(<http://www.unep.org/ozone/pdfs/Montreal-Protocol2000.pdf>) .

Protocolul a fost negociat în cadrul *Convenției de la Viena pentru Protecția Stratului de Ozon*

(<http://www.unep.ch/ozone/pdfs/viennaconvention2002.pdf>).

Conform protocolului de la Montreal, SDO au început să fie înlocuite cu alte substanțe. Din 1991, țările în curs de dezvoltare sunt susținute financiar să respecte Protocolul de la Montreal printr-un mecanism numit *Fondul Multilateral pentru Implementarea Protocolului de la Montreal*

(<http://www.multilateralfund.org/>).

Pe lângă diferențele (în emisii și în controlul SDO) existente între țările dezvoltate și cele în curs de dezvoltare, incertitudini mari persistă în toate țările (SOLGCS, 2005).

Un alt tip important de poluare care interferează cu ciclurile biogeochimice este compus din emisiile industriale de oxizi de sulf (SO_x) și alți oxizi (mai ales oxizi de azot - NO_x) în atmosferă, urmate de depunerile atmosferice acide (uscate sau umede). Cele umede, mai cunoscute și ca *ploi acide*, au fost o problemă gravă în Europa și America de Nord, acum 20-30 de ani. Deși problema nu este încă rezolvată complet, ea tinde să fie transferată în țările în curs de dezvoltare, mai ales în Asia (Galloway, 1995; Barbier, 2005).

Depunerile acide au fost recunoscute ca fiind o problemă când efecte toxice au devenit vizibile la păduri și pești (e.g., Overrein *et al.*, 1980; Sprinz, 1992).

5. Natural catastrophes: natural mechanisms, roles of human activities, policies
- 5.1. Storms and inundations; soil degradation; desertification

Weather-related disaster losses have increased strongly in recent decades (Pielke, Jr., 2005). Also, magnitude, frequency and intensity of impacts of storms and floods have increased in the last decade. This are very obvious first consequence of the global climatic changes combined with increases of other human pressures upon the environment, e.g., deforestation, urbanization and river bed regularization (e.g. Kundzewicz and Kaczmarek, 2000; Muzik, 2002; WWDR1, 2003).

For example, approximately half (47%) of the Amazonian forests in Brazil were in 2002 under various human pressures including deforestation, urbanization, agriculture, mining exploration and exploitations, as well as other types of human activity which are signaled by an increased incidence of fires (Barreto *et al.*, 2006).

Historically, human populations settled with their dwelling along land terraces and banks close to water courses, but avoided main river flood plains because of high inundation risks. However, due to increasing populations and of their needs for resources (including space), and the corresponding pressure upon territory during recent decades, many localities (especially in highly urbanized areas) abandoned this habit and extended themselves within river plains via river regularization works.

This step was a major mutation in the human-nature relation.

5. Catastrofe naturale: mecanisme naturale, rolul activităților umane, politici
- 5.1. Furtuni și inundații; degradarea solurilor; deșertificarea

Pierderile din urma dezastrelor meteo au crescut puternic în ultimele decade (Pielke, Jr., 2005). Și magnitudinea, frecvența și intensitatea impactului furtunilor și inundațiilor au crescut în ultima decadă. Acestea sunt primele consecințe vizibile ale schimbărilor climatice globale combinate cu alte creșteri ale presiunilor umane asupra mediului, e.g., despăduriri, urbanizare și regularizarea albiilor râurilor (e.g. Kundzewicz and Kaczmarek, 2000; Muzik, 2002; WWDR1, 2003).

De exemplu, aproximativ jumătate (47%) dintre pădurile Amazoniene din Brazilia au suferit în 2002 diverse presiuni umane, inclusiv despăduriri, urbanizare, agricultură, explorări și exploatare miniere, precum și alte tipuri de activități umane a căror existență este semnalizată de incidența crescută a incendiilor (Barreto *et al.*, 2006).

Istoric, populațiile umane și-au stabilit locuințele în lungul teraselor care mărginesc cursurile de apă, dar au evitat luncile din cauza riscurilor de inundație. Totuși, din cauza creșterii populațiilor și nevoilor lor de resurse (inclusiv de spațiu), deci creșterii corespunzătoare a presiunii asupra teritoriului în ultimile decade, multe localități (mai ales în zonele foarte urbanizate) au abandonat acest obicei și s-au extins în lunci cu ajutorul lucrărilor de regularizare a râurilor

Acest pas a fost o mutație majoră în relația om-natură.

In parallel, exploitation of the other natural resources intensified in the localities hinterlands. Particularly in our European temperate climate area, such activities very often meant intense local and regional deforestation.

At a moment in time, deforestation pace surpassed that of re-forestation. When the losses in forest surface became very large, the vegetation structure has also been modified within landscapes. This modification continuing and getting accentuated, the water cycle within river basins changed has been affected.

As a consequence, the flow regime of large river has been changed: average water flows at inundation increased even when the annual flow stayed the same. The annual pattern was modified: more and larger fluctuations around the mean annual flows, mainly determined by precipitation regime and the total surface of the river catchments basin.

By the time human settlements and agglomerations have already gone a long way in incorporating river flood plains, the deforestation-related changes in hydrological regimes determined that river systems re-established their old natural course and flooded their flood plains (Plate, 2002). Many areas are now in this situation. And the situation is often aggravated by the precipitation regime changes due to climate changes. The mechanisms through which forests regulate the surface water flows and the water circuit are very complex and not understood in details yet. What we do know, however, is that the basic processes are related to the mechanical reception of precipitations, respiration and biomass production, and variations in soil hydrological and hydro-chemical properties (e.g., Naef *et al.*, 2002).

În paralel, în jurul localităților s-a intensificat și exploatarea celorlalte resurse naturale. Mai ales în zona noastră europeană cu climat temperat, astfel de activități au însemnat deseori despăduriri locale și regionale intense.

La un moment dat, ritmul despăduririlor a depășit pe cel al reîmpăduririlor. Iar când suprafața pădurilor s-a redus mult, a ajuns să fie afectată și structura vegetației în peisaj (landșaft). Accentuându-se, această modificare a perturbat circuitul apei în interiorul bazinelor hidrografice.

Drept consecință, regimul de curgere al râurilor a fost modificat: a crescut debitul mediu de apă la inundații chiar și când debitul anual a rămas același. Patternul anual a fost modificat: mai multe și mai mari fluctuații în jurul debitului mediu anual, determinate mai ales de regimul precipitațiilor și suprafața totală a bazinului hidrografic.

La momentul în care așezările și aglomerațiile umane au încorporat deja o mare parte din lunci, schimbările de regim hidrologic cauzate de despăduriri au făcut ca râurile (ca sisteme naturale) să-și restabilească cursul lor firesc și să inunde lunca (Plate, 2002). Multe zone sunt în prezent în această situație. Și situația este agravată de schimbările din regimul precipitațiilor cauzate de schimbările climatice.

Mecanismele prin care pădurile regulează curgerile de suprafață și circuitul apei sunt foarte complexe și încă neelucidate în detaliu. Dar ce știm totuși este că procesele de bază sunt legate de recepția mecanică a precipitațiilor, respirația și producția de biomasă și variațiile proprietăților hidrologice și hidro-chimice ale solurilor (e.g., Naef *et al.*, 2002).

The runoff of the meteoric water on surface slopes depends on the hydraulic properties of soils, particularly soil infiltration capacity. This property is influenced by (1) land-use changes and (2) *memory effects associated with land-uses*, i.e. *the fingerprint of a particular land use* upon the soil – an ensemble of inter-connected properties which the soil would retain under a peculiar type of land utilisation (Naef *et al.*, 2002; Zimmermann *et al.*, 2006).

Forests exert a direct regulation effect upon surface water circuits, through their biological (physiological) and ecological functions.

Forests have also indirect influences on global water circulation: their biomass is a deposit (trap) of large amounts of CO₂ which would otherwise be present in the atmosphere (IPCC, 2005). The forests' *function as carbon sinks* is as a brake against climate changes, hence against global and local changes in the water cycle. The present-day loss of Earth's forests may contribute to increasing global warming (e.g., Arrow *et al.*, 2000; Andreassian, 2004; The Economist, 2005) and may thus influence global and local precipitation regimes.

Thus we count three main factors: (1) human settlement within river flood plains, (2) local deforestation changing local water circuits and (3) losses of the globe's forests, influencing global-to-local precipitations (chapter 4.2).

In order to understand weather-related risks driven by climate, three fundamental aspects:

1. Climatic changes (temperatures and precipitations) are not at all equally distributed across the Earth.

Scurgerea apei meteorice pe pantele de suprafață depinde de proprietățile hidraulice ale solurilor, în special capacitatea de infiltrare. Aceasta este influențată (1) de schimbarea utilizării terenului și (2) de *efectele de memorizare asociate cu utilizarea terenurilor*, i.e. *amprenta lăsată de o anumită utilizare asupra solului* – un ansamblu de proprietăți inter-conexe pe care solul îl reține sub o anumită utilizare (Naef *et al.*, 2002; Zimmermann *et al.*, 2006).

Pădurile exercită un efect regulator direct asupra cicuitelor de suprafață ale apelor, prin intermediul funcțiilor lor biologice (fiziologice) și ecologice.

Pădurile au și efecte indirecte asupra circuitului global al apei: biomasa lor stochează o mare cantitate de CO₂, cantitate care altfel ar fi prezentă în atmosferă (IPCC, 2005). *Funcția de depozitar de carbon* a pădurilor frânează schimbările climatice și implicit cele din ciclurile globale și locale ale apei. Pierderea pădurilor Pământului poate contribui la creșterea încălzirii globale (e.g., Arrow *et al.*, 2000; Andreassian, 2004; The Economist, 2005) și deci poate influența regimurile globale și locale ale precipitațiilor. Astfel, avem trei factori principali: (1) așezarea oamenilor în lunci, (2) despăduririle locale: perturbarea circuitului local al apei (3) pierderea pădurilor globului: perturbarea precipitațiilor globale și locale (capitolul 4.2).

Pentru a înțelege riscurile legate de vreme și determinate de climă, trebuie înțelese trei aspecte fundamentale:

1. Schimbările climatice (temperatură și precipitații) nu sunt egal distribuite pe suprafața Pământului.

2. Socio-economic and technoinfra-structural capacity to deal with such environmental hazards is also not equally distributed among regions and countries.
3. The detailed mechanisms of the interactions and influences between human and natural factors are rarely clear, and they require very highly complex analysis, because of (e.g., Doorkamp, 1998; Simonovic, 2000; Allan, 2004):
 - Co-variation of anthropogenic and natural gradients in the landscape,
 - Scale dependence of mechanisms,
 - Nonlinear behaviour of natural systems, and
 - Complex history of the natural influences and of the land-uses.
2. Capacitatea socio-economică și tehnoinfrastructurală de a confrunta riscurile de mediu nu este nici ea distribuită egal între regiuni și țări.
3. Mecanismele detaliate ale interacțiunilor și influențelor dintre factorii umani și cei naturali sunt rareori limpezi, și ele au nevoie de analize foarte complexe, datorită (e.g., Doorkamp, 1998; Simonovic, 2000; Allan, 2004):
 - Variației de scară a mecanismelor,
 - Comportamentului non-linear al sistemelor naturale și
 - Istoricului complex al influențelor naturale și al utilizării terenurilor.
4. Co-variației gradientilor antropogenici și naturali din peisaj,

Agricultural expansion by removal of forest cover can cause serious and constant degradation of land. And this does not even result in significant gains in the agricultural yields, especially if on steep slope areas, like it has been documented in Central Himalaya, India, for the period 1967-1997 (Wakeel *et al.*, 2005).

The fact that timber harvest and forest cover reduction results in temporary increases of the stream flow has been documented since long time in the specialty literature.

For example, such an effect has been proven in Appalachian catchments (USA): commercial clear-cutting resulted in 28% increase of the stream flow, and river water discharges diminished in the subsequent years as the wood vegetation started to recover (Swank *et al.*, 2001).

But how much forest must be cut to obtain clear changes in water yield?

Expansiunea agricolă prin defrișare poate provoca degradarea serioasă și constantă a terenurilor. Iar rezultatul nici măcar nu este o creștere semnificativă a sporului recoltei, mai ales în zonele cu pante abrupte, precum de exemplu în Himalaia Centrală, India, în perioada 1967-1997 (Wakeel *et al.*, 2005).

Faptul că extragerea lemnului și reducerea suprafețelor de păduri duce la creșterea debitului râurilor a fost cu mult timp în urmă documentat în literatura de specialitate.

De exemplu, un astfel de efect a fost demonstrat în bazine hidrografice din munții Apalași (SUA): tăierile rase cu scopuri comerciale a dus la creșterea cu 28% a debitului râului, dar debitul a scăzut în anii ulteriori pe măsură ce vegetația lemnoasă a început să-și revină (Swank *et al.*, 2001).

Dar câtă pădure trebuie tăiată pentru a obține schimbări vizibile în debit?

The answer depends on geographical and biological properties of each river catchments (e.g., Sun *et al.*, 2005).

Forest composition in species in a river collection basin directly influences the strength of the forest's impact on low flows and peak flows in rivers (Robinson *et al.*, 2003).

In areas with a heavy pluviometric regime and steep slopes, rapid changes in the forest landscape (e.g., through urbanization) may further amplify debit variations (higher peak flows and lower low flows) like it is notoriously the case with Taiwan (e.g., Cheng *et al.*, 2002).

During the last decades, extreme storms and floods happened mostly in Asia, but also in America and Europe. Currently, ca 40% of world human population live in areas which are vulnerable to floods and rising sea levels. Among the nations that are most at risk being Bangladesh, China, India, Netherlands, Pakistan, Philippines, USA, and even more the small island developing countries (Doornkamp, 1998; WWDR2, 2006).

Tropical countries with monsoon climates (like Bangladesh and India) are more prone to floods. However, developed temperate zone countries are not immune against such events (Singh, 1997). What is different in the wealthier countries is that the number of fatalities from storms and inundations went down in recent years, but the material losses and economic risks keep going up, due to a tendency of increasing vulnerability of the economic activities (e.g., Kundzewicz & Kaczmarek, 2000; Hall *et al.*, 2005).

Răspunsul depinde de proprietățile geografice și biologice ale fiecărui bazin hidrografic (e.g., Sun *et al.*, 2005).

Compoziția în specii a pădurilor dintr-un bazin hidrografic influențează direct forța de impact a pădurii asupra debitelor minim și maxim ale râului (Robinson *et al.*, 2003).

În zonele cu regim pluviometric ridicat și pante abrupte, schimbările rapide în peisajul forestier (e.g., prin urbanizare) pot să amplifice variația debitelor (crește debitul maxim și scade debitul mic), de exemplu un caz cunoscut fiind Taiwanul (e.g., Cheng *et al.*, 2002).

În ultimile decade, furtuni extreme și inundații au avut loc mai ales în Asia, dar și în America și Europa. În prezent, circa 40% din populația umană a globului trăiește în zone vulnerabile la inundații și la ridicarea nivelului mării. Dintre națiunile cele mai expuse riscului sunt: Bangladesh, China, India, Olanda, Pakistan, Filipine, USA și mai ales micile țări insulare în curs de dezvoltare (Doornkamp, 1998; WWDR2, 2006).

Țările tropicale cu climat musonic (precum Bangladesh și India) sunt mai expuse la inundații. Totuși, țările dezvoltate din zonele temperate nu sunt imune la astfel de evenimente (Singh, 1997). Ce e diferit în țările mai bogate este că numărul deceselor provocate de furtuni și inundații este în descreștere, dar pierderile materiale și riscurile economice sunt în creștere, datorită unei tendințe de creștere a vulnerabilității activității economice (e.g., Kundzewicz & Kaczmarek, 2000; Hall *et al.*, 2005).

This situation indicates again the point of the EKC discussed in chapter 2.1: getting richer is not necessarily leading to a better relation of the society with its surrounding environment.

What needs to be done?

While there is good evidence that engineering measures (accumulations, dikes and embankments, improvement of waterways, etc.) can reduce flood intensity and damage (Ojha & Singh, 2004), one can also argue that higher cost of flood events are also a result of over-reliance on engineering solutions (Kundzewicz & Kaczmarek, 2000).

Failures of dykes are usually considered to be very unlikely (they are calculated to resist floods of size that occur once in 100 years), so that people carry out no significant preparation for flood situations.

One famous example in this sense is the flooding of the city of New Orleans in 2005, following dike failures during the level 5 hurricane Katrina. But this is far from being an isolated case. In most coastal or riverine areas, engineering works have removed the danger from most floods (i.e. the many but weak floods), so people remained with only two situations: no flood or catastrophic floods (Doornkamp, 1998).

Some areas are flooded repeatedly in short periods, like in the Rhine River plain in Germany during 1993 and 1995 and in South Korea in 1995 and 1996. The interesting effect of this is that later floods were less costly than the earlier ones – because people have become to clearly see the risk and prepared themselves (Kundzewicz & Kaczmarek, 2000).

Această situație susține punctul de vedere exprimat în legătură cu CKM în capitolul 2.1: îmbogățirea nu duce neapărat la o relație mai bună între societate și mediul ei înconjurător.

Ce trebuie făcut?

Deși există dovezi bune că măsurile ingineresti (acumulări, diguri și întărirea malurilor, îmbunătățirea căilor navigabile etc.) pot reduce intensitatea și impactul inundațiilor (Ojha & Singh, 2004), creșterea costurilor inundațiilor este totuși și un rezultat al încrederii prea mari în soluțiile ingineresti (Kundzewicz & Kaczmarek, 2000).

Insuficiența digurilor este văzută drept improbabilă (digurile sunt facute să reziste la inundații de mărimi care se întâmplă o dată la 100 de ani), încât oamenii nu se pregătesc serios pentru situațiile de inundație.

Un exemplu faimos este inundarea în 2005 a orașului New Orleans, după ruperea digurilor în timpul uraganului de nivel 5 Katrina. Dar acesta nu este un caz izolat. În majoritatea zonelor de coastă sau fluviale îmbunătățirile funciare au îndepărtat în general riscul de inundație (i.e. inundațiile mici și frecvente), încât au rămas doar două situații: nicio inundație sau inundații catastrofale (Doornkamp, 1998).

Unele zone sunt inundate în mod repetat în perioade scurte, precum în câmpia Râului Rhin în Germania între 1993-1995 și în Coreea de Sud în 1995 și 1996. Un efect interesant al acestei situații este că ultimele inundații au fost mai puțin costisitoare, pentru că oamenii au ajuns să înțeleagă bine riscul și s-au pregătit (Kundzewicz & Kaczmarek, 2000).

Romania has also been confronted with strong floodings during 2005. That year, the annual amount of rainfall in Romania was with 34% higher than the multianual average (866.5 mm, instead of 647.0 mm), and monthly distribution of precipitations was also more uneven than usually: storms with heavy precipitations were concentrated in certain months. And several local highest values ever have been recorded for rainfalls (locally over 200 litres/ m²) and river flows. During 2005, almost each month some flood defence levels were exceeded on rivers across the country. A series of large inundations affected the whole country mainly between April and September.

The Romanian 2005 floods affected all 41 counties, and resulted in 76 human casualties and ca 2.0 billions US dollars (ca. 1.7 billions Euros) (REIFMP2005, 2005).

The extensive damages, notably in agriculture and infrastructures, has strongly impacted on the national GDP annual growth, which dropped from 8.3% in 2004 to ca. 4.3% in 2005.

To the unusual weather conditions have added:

- *Widespread deforestation:* the largest impacts of the big floods during the period 2003-2005 were on mountain slopes that have undergone extensive deforestations following ownerships changes from state to private (due to the law 400/2002). After inundations, new rules have being adopted in 2005, stipulating that, irrespective of ownership type, reforestation is compulsory within two years after deforestation.

România s-a confruntat și ea cu puternice inundații în 2005. În acel an, cantitatea anuală de precipitații din România a fost cu 34% mai mare decât media multianuală (866.5 mm, în loc de 647.0 mm), iar distribuția pe luni a precipitațiilor a fost și ea mai inegală decât de obicei: furtunile cu precipitații bogate au fost concentrate în anumite luni. Și câteva valori record au fost înregistrate pentru cantitatea de precipitații (local peste 200 litri/ m²) și debitele râurilor. În 2005, în aproape fiecare lună una sau mai multe limite de inundație ale debitelor râurilor au fost depășite în toată țara. O serie de inundații mari au avut loc, mai ales între aprilie și septembrie.

Inundațiile din 2005 din România au afectat toate cele 41 de județe și au avut drept rezultat 76 de victime umane și pierderi evaluate la cca. 2 miliarde de dolari SUA (cca. 1.7 miliarde Euro) (REIFMP2005, 2005).

Daunele extinse, mai ales în agricultură și infrastructură, au afectat puternic avansul PIB-ului național, avans care a scăzut (I) de la 8,3% în 2004 la ca. 4,3% în 2005.

Condițiilor meteo neobișnuite s-au mai adăugat:

- *Despăduririle extinse:* cel mai mare impact al marilor inundații din perioada 2003-2005 a fost pe pantele montane și submontane care au suferit despăduriri extinse în urma trecerii proprietății de la stat la particulari (executate pe baza legii 400/2002). După inundații, noi reguli au fost adoptate în 2005, care stipulează că, indiferent de tipul de proprietate, reîmpădurirea este obligatorie în următorii 2 ani după despădurire.

Reforestation will automatically be realized by the National Forest Administration – RNP, if otherwise failed, at the cost of the owner. Reforestation is not cheap. Thus owners are expected to tend to avoid clear-cutting in the first place;

- dikes failures because of higher, repeated and longer periods (20 days!) of high flow;
- insufficient maintenance of flow-control system of reservoirs and channels;
- unauthorized and/or inappropriate constructions in high risk areas; a detailed national map of flood risk is now being made by Romanian and German specialists, and due to be finished in 2008;
- under-equipment and low operability of institutions that were responsible for prevention and mitigation of disaster effects.

Reîmpădurirea va fi realizată automat de către Regia Națională a Pădurilor – RNP, dacă nu e făcută la termen, pe cheltuiala proprietărilor. Cum reîmpădurirea nu este ieftină, este de așteptat ca proprietarii să tindă să evite despădurirea; ruperea digurilor din cauza debitelor repetat și îndelungat ridicate (20 zile!);

- întreținerea deficitară a sistemelor de control a inundațiilor prin rezervoare și canale;
- construirea neautorizată și/sau nepotrivită în zonele cu risc ridicat; o hartă națională detaliată a riscului de inundație este în curs de realizare de către specialiști români și germani (termen: 2008);
- echiparea insuficientă și operabilitatea scăzută a instituțiilor responsabile de prevenția și atenuarea efectelor inundațiilor.

One direct consequence of deforestation and un-stoppable water run-off over the slopes is soil erosion. First, fertile soil is carried away with floods, *i.e.*, a valuable natural capital is being destroyed. Second, vegetation removal exposes soils to wind and other erosion types. The net outcome is soil degradation. Under arid conditions this can easily lead to desertification.

O consecință directă a despăduririlor și a scurgerilor continue a apelor pe pante este eroziunea solurilor. În primul rând, solul fertil fiind transportat la vale cu inundația, *i.e.*, se distruge un valoros capital natural. În al doilea rând, îndepărtarea vegetației expune solul la vânt și alte tipuri de eroziune – rezultă degradarea solurilor. În condiții de ariditate se produce deșertificarea.

In relation with the current climate changes, Romania is already confronted with desertification in the south. (SNSC, 2005). Aridization is also present in the environs of Iași, as indicated by the advance of the steppe vegetation at the expense of the silvosteppe. For this reason, local forests must be protected in priority.

În legătură cu actualele schimbări climatice, România se confruntă deja cu deșertificarea – în sud (SNSC, 2005). Aridizarea este prezentă și în împrejurimile orașului Iași, după cum o indică avansul vegetației de stepă în detrimentul silvostepii (*i.e.* 'stepizare'). Pentru acest motiv, la nivel local, pădurile trebuie protejate cu prioritate.

5.2. The global water crisis; the world biodiversity crisis

Despite not being perceived so in some parts of the Globe, the reality is that the World has already entered a period of complex water crisis (Duda & El-Ashry, 2000). This consists in severe and recurrent shortages of drinking water, droughts and floods in many regions of the World.

It is not by chance that the well known recommendation adopted at the 2004 meeting of the International Union for the Conservation of Nature (IUCN) upon the *Precautionary Principle* (chapter 7.1) was followed immediately by the resolution RES010, stating that *the ecosystem approach to water resources management need to be central in any water governance policy* (IUCN 2004; Gagnon *et al.*, 2007).

Landscapes and riverscapes are intimately connected by the global and local water cycles. Therefore, all land uses have direct consequences on water resources and aquatic ecosystems and their natural decontamination capacity (Allan, 2004).

Climate changes tend to also increase intensity of the water crisis by shifting the physical equilibriums of chemical and biochemical interactions, which has important consequences on the pace of degrading and the general the fate of pollutants in water but also in the other environmental matrices (e.g., soils).

The situation imposes that sustainable management of drinking water is only possible by installing intelligent, transnational infrastructures and necessary, embeded technologies (Adriaens *et al.*, 2003; Gagnon *et al.*, 2003).

5.2. Criza mondială a apei; criza mondială a biodiversității

Deși nu este percepută astfel în unele părți ale globului, în realitate lumea a intrat deja într-o perioadă de complexă criză a apei (Duda & El-Ashry, 2000). Aceasta constă în lipsa severă și repetată a apei potabile, precum și în secete și inundații în multe regiuni ale Lumii.

Nu este întâmplător că binecunoscuta recomandare adoptată la întâlnirea din 2004 a Uniunii Internaționale pentru Conservarea Naturii (UICN), numită *Principiul Precauției* (capitolul 7.1), a fost imediat urmată de rezoluția RES010, care spune că *abordarea ecosistemică a gospodăririi resurselor de apă trebuie să fie centrală în orice politică de guvernanta a apei* (IUCN 2004; Gagnon *et al.*, 2007).

Peisajele terestre și acvatice sunt strâns inter-conectate prin ciclurile global și locale ale apei: orice utilizare a terenurilor are consecințe directe asupra ecosistemelor și resurselor de apă și asupra capacității lor naturale de decontaminare (Allan, 2004).

Schimbările climatice tind să adâncească criza apei prin mutarea echilibrului fizice ale interacțiunilor chimice și biochimice, ceea ce are consecințe importante asupra ritmului degradării și asupra sorții generale a poluanților în apă și în alte matrici ale mediului (e.g., soluri).

Situația impune că gospodărirea sustenabilă a apei potabile este posibilă numai prin instalarea unor infrastructuri inteligente, transnaționale și a tehnologiilor necesare (Adriaens *et al.*, 2003; Gagnon *et al.*, 2003).

The water crisis is further aggravated by the fact that enormous numbers and amounts of new chemicals arrive onto market (and released at a point into the environment) each year, most of them unregulated.

As regards Romania, many problems exist related to the water crisis. First, there exists the wrong idea among Romanian citizens that Romania would be among the European Countries with most water resources. This myth is probably related to the common perception of the Carpathian Mountains as some sort of natural water castle. In reality though, Romania situates below the European Union average in terms of *per capita* freshwater resources.

Second, water pollution might not be seen as a very big problem in Romania for the time being. But this basically due to the temporary drop of industrial activities during the years of transition from command to market economy. The pace of the current increase in industrial activity, as well as that of domestic consumption (boosted by the consistent increase in GDP), make us to expect an important aggravation of water pollution during the next years.

Closely related to the world water crisis is the world biodiversity crisis. This is a subject widely addressed in current university lecture and studies. Here we limit ourselves to point out that here is a *main feed-back between the water crisis and the biodiversity crises*.

On the one hand, water is the support of life, and a water crisis immediately translates into crises of ecosystems, either by habitat destruction or ecosystem degradation, both with the immediate risk of biodiversity loss.

Criza apei este agravată de faptul că un număr și cantități enorme de noi substanțe chimice ajung anual pe piață (și sunt eliberate la un moment dat în mediu), cele mai multe dintre ele fiind necontrolate.

În ceea ce privește România, multe probleme există în legătură cu criza apei. În primul rând, există la români ideea greșită conform căreia România ar fi printre țările europene cu cele mai multe resurse de apă. Acest mit este probabil legat de percepția comună a Munților Carpați drept un fel de 'castel natural' de apă. În realitate, România se situează sub media Uniunii Europene în termeni de resurse de apă dulce *per capita*.

În al doilea rând, poluarea apei nu pare a fi deocamdată o problemă foarte mare în România. Dar acest lucru se datorează în principal căderii activităților industriale în timpul anilor de tranziție de la economia planificată la economia de piață. Ritmul actual de creștere a activităților industriale, precum și consumul intern (stimulat de creșterea consistentă a PIB-ului) ne face să ne așteptăm la o agravare a poluării apelor în anii următori.

Strâns legată de criza mondială a apei este criza mondială a biodiversității. Acesta este un subiect tratat pe larg în cursurile și studiile curente. Noi ne limităm aici la a atrage atenția că există un *feed-back major între criza apei și criza biodiversității*.

Pe de o parte, apa este suportul vieții, și o criză a apei produce imediat o criză a ecosistemelor, fie prin distrugerea habitatelor, fie prin degradarea ecosistemelor, ambele comportând riscul pierderilor de biodiversitate.

But on the other hand, biodiversity losses (determined by factors relatively dependent or independent from water) are assaults against ecosystem integrity and functioning. Once ecosystems are compromised and lose their capability to perform their basic roles, then the local and global water cycles are disturbed. For example, degraded forests of meadows cannot regulate water in river basins as before, with immediate results in increased flooding risk and loss of water availability along the year (about all the water is lost in one or two big floods instead of flowing through a constant debit along the year).

For we must stress that month to month constancy of the debit is at least as important as the yearly debit of a river, because all domestic, industrial and agricultural uses of river waters actually require a constant supply in time.

A further example: once ecosystems are degraded, they produce less biomass, i.e., they cannot store as much carbon (by photosynthesis) as they once did before. The result is an acceleration of the increase of the CO_2 concentration in the atmosphere, which leads to even more stresses upon ecosystems, either via temperature or via disturbances of the water cycle.

Dar pe de altă parte, pierderile de biodiversitate (determinate de factori relativ dependenți or independenți de apă) sunt agresiuni asupra integrității și funcționării ecosistemelor. Odată ce eco-sistemele sunt compromise și își pierd puterea de a îndeplini rolurile lor de bază, ciclurile locale și globale ale apei sunt perturbate. De exemplu, pădurile sau pajiștile degradate nu mai pot regula apa în bazinele hidrografice, rezultatul imediat fiind creșterea riscului de inundație și pierderea disponibilității apei de-a lungul anului (cam toată apa este pierdută prin una sau două viituri mari în loc să curgă în debit constant de-a lungul anului).

Căci, trebuie să subliniem, constanța debitului unui râu de la o lună la alta este cel puțin la fel de importantă ca debitul anual, deoarece utilizările domestice, industriale sau agricole cer o alimentare constantă în timp.

Un alt exemplu: odată ce ecosistemele sunt degradate, ele produc mai puțină biomasă, i.e., nu mai pot stoca la fel de mult carbon (prin fotosinteză) ca înainte. Rezultatul este o accelerare a creșterii concentrației de CO_2 în atmosferă, ceea ce duce la stresuri și mai mari asupra ecosistemelor, fie via temperatură, fie via perturbarea circuitului apei.

6. Environmental degradation and human health

6.1. Human health is depending on ecosystems' health

Good human health is conditioned by the use of healthy ecosystem goods and services, particularly healthy habitat, and nutrition, as well as mitigation of catastrophe risks.

This is why, for example, monitoring of human health necessarily begins with modern monitoring of ecosystem health (Jameton & Pierce, 2001; Waltner-Toews, 2004), and looks for various potentially very harmful pollutants or: mutagenic, carcinogenic, hepatotoxic, nephrotoxic, immunotoxic, neurotoxic, pharmacokinetic (Adriaens *et al.*, 2003). Fast analyses are now being developed with modern methods (e.g., bioassays and biosensors) – for clinical fluids, environmental samples, drinking water or food, so as to identify toxins like staphylococcal enterotoxins, ricin, cholera toxin, botulinum toxins, mycotoxin fumosinin (Ligler *et al.*, 2002), the okadaic acid in mussels (Marquette *et al.*, 1999), the herbicide simazine in meat extracts, milk and vegetables, microcystins - algal toxins which can reach harmful concentration during the algal blooms (Richardson, 2003) or the many endocrine disrupting chemicals (Sanchez-Bayo *et al.*, 2002).

6.2. Effects of environmental contamination upon ecosystem and human health

Heavy metals (e.g., Cu, Zn, Pb, Cd, Cr, Ni), as well as pesticides and other persistent organic pollutants (POPs), are some best known categories of

6. Degradarea mediului și sănătatea umană

6.1. Sănătatea mediului și sănătatea umană

Buna sănătate a omului este condiționată de utilizarea de bunuri și servicii ecosistemice sănătoase, și în special habitat și nutriție sănătoase, precum și minimizarea riscurilor de catastrofă.

Astfel, monitorizarea sănătății umane actuale începe în mod necesar cu monitorizarea sănătății ecosistemelor (Jameton & Pierce, 2001; Waltner-Toews, 2004) și are în vedere diverși poluanți cu mare potențial dăunător: mutagenic, carcinogenic, hepatotoxic, nefrotoxic, imunotoxic, neurotoxic, farmacokinetic (Adriaens *et al.*, 2003). Analize rapide sunt în mod curent dezvoltate prin diverse metode (e.g., bioteste și biosenzori) – pentru fluide clinice, probe din mediu, apă potabilă și alimente, pentru a identifica toxine precum enterotoxine, ricină, toxina holerică, toxoizi botulinici, micotoxina fumosinină (Ligler *et al.*, 2002), acidul okadaic din scoici (Marquette *et al.*, 1999), ierbicidul simazină în extractele de carne, lapte și legume, microcistina – toxină algală care atinge concentrații ridicate în timpul înfloririlor algaie (Richardson, 2003) sau chimicale endocrino-perturbatoare (Sanchez-Bayo *et al.*, 2002).

6.2. Efectele contaminării mediului asupra sănătății ecosistemelor și oamenilor

Metalele grele (e.g., Cu, Zn, Pb, Cd, Cr, Ni), precum și pesticidele și alți poluanți organici persistenți (POPs) sunt câteva categorii binecunoscute de

environmental pollutants. They reach ecosystems via (Bergkvist *et al.*, 1989):

- Air pollution (emissions into the atmosphere, followed by air-depositions), or
- Terrestrial pollution, e.g., through agricultural works or landfills of industrial or domestic wastes, or
- Water pollution, notably through discharges (in surface waters) of industrial and domestic waters.

These pollutants disturb natural biogeochemical fluxes, depending on pollution loads, soil type and pH, vegetation, and land uses. Many POPs released in nature are not controlled, especially during periods of transition from planned to market economy. For example, in Romania, among non-occupational (accidental) intoxications during the years '90, only 30% of cases the toxic substances were identified (Fabritius & Balasescu 1996).

Many POPs are endocrine disrupting compounds, i.e., substances which mimic the physiological effects of hormones, due to high similarities in molecular structure. By disturbing organismic functions, these chemicals have also important effects on aquatic populations and communities and ecosystems. For example, a quite large number of pollutants have estrogen-like activity, and induce a phenomenon of *feminization* of natural and human populations, with harmful consequences upon population health and dynamic.

Endocrine disruptors can be analyzed with bioassays, both for detection (e.g., molecular recognition) and assessment

poluanți ai mediului. Aceștia ajung în ecosisteme via (Bergkvist *et al.*, 1989):

- Poluarea aerului (emisiile în atmosferă, urmate de depunerile acide) sau
- Poluarea terestră, e.g., prin munci agricole sau deșeuri industriale ori domestice depozitate în aer liber,
- Poluarea apelor, mai ales prin deversări (în apele de suprafață) de ape industriale și menajere.

Acești poluanți perturbă fluxurile biogeochemice naturale, după concentrații, soluri, pH, vegetație și utilizările terenurilor. Mulți POPs eliberați în natură nu sunt controlați, mai ales în perioadele de tranziție de la economia planificată la economia de piață. De exemplu, în România, dintre intoxicațiile non-ocupationale (accidentale) din anii '90, în numai 30% din cazuri substanțele toxice au fost identificate (Fabritius & Balasescu 1996).

Mulți POPs sunt compuși perturbatori endocrinici, i.e., substanțe care imită efectele fiziologice ale hormonilor, datorită similitudinilor din structura moleculară. Prin dereglarea funcțiilor organismului, acești compuși au efecte importante și asupra comunităților, populațiilor și ecosistemelor acvatice. De exemplu, destul de mulți poluanți au activitate estrogenică și induc un fenomen de *feminizare* a populațiilor naturale și umane, ceea ce are efecte negative asupra sănătății și dinamicii populațiilor afectate.

Perturbatorii endocrinici sunt analizabili cu ajutorul biotestelor, și pentru detecția (recogniție moleculară), și

of biological toxicity in humans and in ecosystems (e.g., Petrovic *et al.*, 2004). Ecotoxicity tests can be employed to study pollutants' effects on species. Among the most popular tests are the acute toxicity tests: inhibition of growth in primary producers (e.g., green algae like *Pseudokirchneriella subcapitata* or *Chlorella vulgaris*), and the mortality of consumers (e.g., *Daphnia magna*). In Fig. 6 we show an example of results with such tests applied to toxic effluents from a canal in open-sky wates deposit near Iasi (Tomesti), on Bahlui River.

Pollution can harm aquatic ecosystems even in low concentrations, because they accumulate in living organisms by two dynamics: *biophysical extraction* of pollutants from organism's environment (concentrator species) and by *biomass transfer down the trophic chains*. Fish therefore acts as accumulator species – actually the magnitude of this dynamics is such that fish can be used directly for monitoring of environmental pollution (e.g., Van der Oost *et al.*, 2003). When used in humans' nutrition, fish grown in even moderately polluted waters can seriously damage human health.

evaluarea efectelor toxice la om și în ecosisteme (e.g., Petrovic *et al.*, 2004). Prin testele ecotoxicologice se vizează efectele poluanților asupra speciilor. Printre cele mai populare, sunt testele de toxicitate acută: inhibiția creșterii la producătorii primari (e.g., alge verzi ca *Pseudokirchneriella subcapitata* sau *Chlorella vulgaris*) și mortalitatea la consumatori (e.g., *Daphnia magna*). În Fig. 6 este un exemplu de rezultat cu astfel de bioteste aplicate la ape reziduale dintr-un canal de scurgere lângă Iași (Tomești), pe Bahlui.

Chiar și în concentrații mici, poluanții pot afecta ecosistemele acvatice pentru că se acumulează în organismele vii via două căi: *extracția biofizică* din mediu (specii concentratoare) și prin *transferul de biomasă de-a lungul lanțurilor trofice*. Peștii, de exemplu, funcționează ca specii acumulative – într-o asemenea măsură, încât pot fi folosiți direct ca monitori ai poluării mediului (e.g., Van der Oost *et al.*, 2003). Atunci când intră în alimentația omului, peștii crescuți chiar în ape numai moderat poluate pot să provoace daune serioase sănătății oamenilor

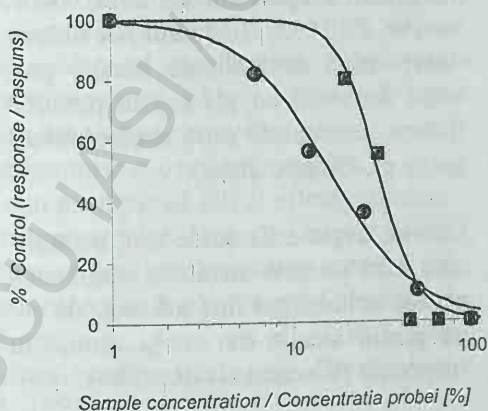


Fig. 6

Dose-response curves with the effect of various effluent concentrations on: (●) the growth of *P. subcapitata* and (■) survival of *D. magna*.

Curbă doză-răspuns a efectului variațiilor concentrațiilor ale apei uzate asupra: (●) creșterii la *P. subcapitata* și (■) supraviețuirii la *D. magna*.

Mountain forests are even in direct contact with acid clouds, and sulphate appears to be more harmful than nitrate (Cape, 1993). Geographical declines of birds also correlate with geographical occurrence of acid depositions and with thinner eggshells, which suggest that acid-induced depletion of calcium in natural biogeochemical cycles might hurt nutrition, fitness and reproduction of birds (e.g., Hames *et al.*, 2002).

Superposition of acid depositions on natural acidification processes in soils leads to strong acidification of soils and surface waters (Galloway *et al.*, 1984; Reuss *et al.*, 1987). This has all sort of negative consequences on ecosystems, either directly or indirectly (via the biogeochemical cycles). First, acidification harms photosynthesis, causing a decline in primary production, and can destroy entire populations of consumers (in the absence of a buffering treatment) like it happened with the Atlantic salmon in Nova Scotia (Watt, 1986).

Low pHs values interfere with biomass decomposition and nutrient cycling by soil biotas - enchytraeids (Abrahamsen, 1983) and arthropods (e.g., Haagvar, 1984) or the microbes (by modifying the nitrogen supply) (Killham *et al.*, 1983). Lichens may be damaged and even pushed to local extinction, probably because a low pH disturbs nitrogen fixation by the algal symbiont (e.g., Gilbert, 2003).

Sometimes, natural processes buffer acidic deposition and so prevent the spread of acid rains, e.g., with the alkaline soil dust and fly ash may (Khemani *et al.*, 1989).

Pădurile montane sunt chiar în contact direct cu norii acizi, sulfatul fiind mai dăunător decât azotatul (Cape, 1993). Declinul populațiilor de păsări s-a observat a fi corelat spațial cu depunerile acide și cu subțierea cojii ouălor, ceea ce sugerează că pierderile de calciu din ciclurile bio-geochimice naturale ar putea submina nutriția, sănătatea și reproducerea păsărilor (e.g., Hames *et al.*, 2002).

Suprapunerea depunerilor acide peste procesele naturale de acidificare duce la acidificări excesive în soluri și ape de suprafață (Galloway *et al.*, 1984; Reuss *et al.*, 1987), fapt cu multiple efecte negative asupra ecosistemelor, fie direct fie indirect (via ciclurile biogeochemice). Mai întâi, acidificarea atacă fotosinteza, cauzând scăderi în productivitatea primară, putând (în absența unui tratament de neutralizare) să distrugă populații de consumatori în întregime, precum somonul de Atlantic din Noua Scoție (Watt, 1986).

Valorile scăzute ale pH-ului frânează descompunerea biomasei și fluxul nutrienților via biota solurilor - enchytreide (Abrahamsen, 1983) și artropode (e.g., Haagvar, 1984) sau microbi (prin modificarea aportului de azot) (Killham *et al.*, 1983). Lichemii pot fi deteriorați până la extincție locală, probabil deoarece un pH scăzut perturbă fixarea azotului de către simbiiontul algal (e.g., Gilbert, 2003).

Uneori, depunerile acide sunt neutralizate prin procese naturale, amplasarea ploilor acide fiind limitată, e.g. de către praful alcalin din sol și cenușă în suspensie (Khemani *et al.*, 1989).

Biological buffering mechanisms are also known in certain local conditions, e.g., fungi living in symbiosis with trees (ectomycorrhizae) and circumventing inaccessibility of calcium ions at low soil pHs by providing calcium ions directly to trees (Blum *et al.*, 2002).

Acidification of surface waters is chemically (and in certain conditions also biologically) reversible, but never completely (e.g., Keller *et al.*, 1998; Schindler, 1999). This is known as environmental *chronic disturbance*, which is at least as harmful as the *acute disturbance* (Singh, 1998). Long-term effects of acid rains may linger in ecosystems, e.g. when large quantities of Ca and Mg are washed away from soil complexes and thus delaying natural recovery of soils and waters after acidification. Those ecosystems become less capable to recovery after future episodes of acidic depositions (e.g., Likens *et al.*, 1996; Schindler, 1999; Lawrence 2002).

6.3. Effects of climate changes upon ecosystem and human health

Shifts in the concentration of atmospheric CO₂ and in climate determine changes in vegetation composition, which strain the ecological mechanisms regulating the ecosystems (Aerts, 2006). When they are abrupt, these changes can even compromise ecosystem integrity.

As an example of direct effect, climatic changes at high latitudes impacts (via chemical and biochemical processes) on both reproductive ecology of flowering plants (e.g., Aerts *et al.*, 2004) and dynamics of nutrients (e.g., Owensby *et al.*, 1993).

Mecanisme biologice de neutralizare sunt cunoscute în anumite condiții locale, e.g., anumite ciuperci aflate în simbioză cu arbori (ectomicorizante) evită deficitul de ioni de calciu (la pH acid) prin furnizarea ionilor de calciu direct arborilor (Blum *et al.*, 2002).

Acidificarea apelor de suprafață este chimic (în anumite condiții și biologic) reversibilă, dar niciodată în totalitate (e.g., Keller *et al.*, 1998; Schindler, 1999). Această situație este cunoscută drept *perturbare cronică*, cel puțin la fel de dăunătoare ca *perturbarea acută* (Singh, 1998). Efectele pe termen lung ale ploilor acide pot să persiste în ecosisteme, e.g., când mari cantități de Ca și Mg sunt spălate din complexe din soluri și ape în urma acidificării, întârziind astfel refacerea solurilor și apelor după acidificare. Acele ecosisteme devin mai puțin capabile de refacere după viitoare alte depuneri acide (e.g., Likens *et al.*, 1996; Schindler, 1999; Lawrence 2002).

6.3. Efectele modificărilor climatice asupra sănătății ecosistemelor și oamenilor

Modificările concentrației atmosferice CO₂ și climei determină schimbări în compoziția vegetației, ceea ce forțează mecanismele ecologice care reglează ecosistemele (Aerts, 2006). Când sunt bruște, aceste schimbări pot ajunge să compromită integritatea ecosistemelor. Ca exemplu de efect direct, schimbările climatice de la latitudinile mari afectează (via procesele chimice și bio-chimice) ecologia reproducerii angiospermelor (e.g., Aerts *et al.*, 2004) și dinamica nutrienților (e.g., Owensby *et al.*, 1993).

Because such effects are many and influencing each-other, sudden climatic changes will have unpredictable and disturbing effects on ecosystems.

As an example of indirect effect, global analyses have proven pole-ward shifts in species range-boundaries with 6.1km mean speed per decade (Parmesan & Yohe, 2003).

The current pace of climatic changes is so alert, that species may not have the time they biologically need to relocate to new habitats. Worse, many natural corridors for the species to migrate to the would-be geographical ranges have been destroyed through conversion to agriculture and other uses (Beier & Noss, 1998; Honney *et al.*, 2002; Skov & Svenning, 2004; Jump & Penuelas, 2005; Armstrong, 2005; Donald & Evans, 2006). Methods are currently being developed to map potential habitats (Vos *et al.*, 2008).

Most threatened by climatic and habitat pressures are species with narrow limits of temperature tolerance (stenotherms).

Another major concern is that climate changes are causing some unexpected shifts in epidemiological patterns within ecosystems and in human populations.

In various host-pathogen relationships climate warming may start to favour the spread of pests which would otherwise be kept in control by low temperatures.

For instance, insect pests could increase their annual number of generations, which can trigger disaster damages to forests and crops that are already under direct stress from climate warming.

This can cause declines in many plant and animal populations, as well as ecosystem integrity and functioning

Deoarece aceste efecte sunt multe și interconectate, schimbările climatice bruste au efecte imprevizibile și perturbatoare asupra ecosistemelor.

Ca exemplu de efect indirect, analizele globale arată că limitele de răspândire a speciilor migrează spre poli cu 6,1km viteza medie pe decadă (Parmesan & Yohe, 2003).

Ritmul curent al schimbărilor climatice este atât de alert, încât speciile ar putea să nu dispună de timp suficient pentru relocarea naturală. Mai rău, numeroase coridoare naturale pentru migrația speciilor spre noi arii geografice optime au fost deja distruse prin intermediul conversiunii la agricultură sau alte utilizări (Beier & Noss, 1998; Honney *et al.*, 2002; Skov & Svenning, 2004; Jump & Penuelas, 2005; Armstrong, 2005; Donald & Evans, 2006). În prezent, se dezvoltă metode de cartare a habitatelor utile (Vos *et al.*, 2008).

Mai amenințate de presiunile climatice și de habitat sunt speciile cu toleranță termică îngustă (stenoterme).

O altă preocupare majoră este aceea că schimbările climatice provoacă modificări neașteptate în epidemiologia ecosistemelor și cea a populațiilor umane.

În diverse sisteme gazdă-patogen, încălzirea climei poate cauza răspândirea unor boli care erau înainte ținute sub control de temperaturile scăzute.

De exemplu, unele insecte dăunătoare își pot crește numărul de generații pe an, ceea ce poate declanșa pagube dezastruoase pădurilor și culturilor aflate deja sub stres din cauza încălzirii climatice. Aceasta poate perturba multe populații de plante și animale, ca și integritatea și funcționarea ecosistemelor

(e.g., Harvell *et al.*, 2002; Kutz *et al.*, 2005; Rossignol *et al.*, 2006)

For human populations all over the World, climate warming will increase rates of illness via direct and indirect mechanisms. In its 2002 World Health Report, titled *Reducing Risks, Promoting Healthy Lives*, The World Health Organisation (WHO) has estimated that higher temperatures and precipitation trends related to climate changes during the past three decades are responsible for ca 150,000 deaths annually (WHO, 2002). Direct causes are usually linked to meteorological extremes. According to the WHO Europe (WHOE, 2004), the typical heat-related illnesses are:

- skin eruptions,
- heat fatigue,
- heat cramps,
- heat syncope,
- heat exhaustion,
- heat stroke.

With warm / insufficient air regulation, body temperatures increase, blood vessels dilate causing drops in blood pressure and oxygen supply to the brain, leading to heat syncope.

Blood pressure drops are accelerated by dehydration, and muscle inactivity. On the one hand, muscle activity helps increase blood pressure and so prevents syncope. On the other hand it further increases body temperature, leading to heat exhaustion. At body temperature above 40.5°C, for exemple with intense activity during a heat wave, the body enters a heat stroke (high mortality risk due to damages in the cellular structure and the thermoregulatory system). Some complications of heat stroke are severe: respiratory distress syndrome, kidney and liver failure, intravascular coagulation.

(e.g., Harvell *et al.*, 2002; Kutz *et al.*, 2005; Rossignol *et al.*, 2006).

Pentru populațiile omenesti de pe Glob, încălzirea climei va crește (mecanisme directe și indirecte) ratele morbidității. În Raportul Sănătății Lumii pe 2000 – intitulat *Reducerea Riscurilor, Promovarea Vieții Sănătoase*, Organizația Mondială pentru Sănătate (OMS) a estimat că încălzirea și precipitațiile provocate în ultimile trei decade de schimbările climei au cauzat circa 150.000 decese pe an (WHO, 2002). Cauzele directe sunt de obicei legate de extremele meteorologice. Conform OMS Europa (WHOE, 2004), bolile tipice legate de căldură sunt:

- erupțiile cutanee,
- oboseala termică,
- crampele termice,
- leșinul termic,
- epuizarea termică,
- atacul termic (hipertermie).

În condiții de aer cald și insuficient, temperatura corpului crește, vasele de sânge se dilată și astfel scade presiunea arterială și aportul de oxigen la creier, ceea ce duce la leșin termic.

Scăderea presiunii sangvine este accelerată prin deshidratare și inactivitate musculară. Activitatea musculară ajută la creșterea presiunii sângelui și previne leșinul, iar pe de altă parte crește temperatura corpului, ducând la epuizare. La temperatura corpului peste 40,5°C, de exemplu după activitate intensă în timpul unui val de căldură, corpul intră în șoc termic (cu risc ridicat de mortalitate datorită daunelor produse structurii celulare și sistemului termo-regulator). Unele complicații ale șocului termic sunt severe: sindromul respirator de stres, blocarea rinichilor și ficatului, coagularea intravasculară.

Persons with other health problems and medication or in certain occasional discomforts (bad digestion, alcohol or drugs abuse, overweight, fatigue) have a lower heat tolerance. They can face heat-related illness even without intense physical effort. Heat waves increase mortality in people with cardiovascular and respiratory illness. During the summer of 2003, when the average temperatures was with 3.5°C above the seasonal average, it was estimated that about 22,000 to 45,000 people died in a two-week long heat wave in Europe (WDR, 2004; Kosatsky, 2005; Patz *et al.*, 2005).

Local climate warming and heat-related illnesses are more frequent in cities, because cities have their own warming up effect on local climate. The phenomenon is known as '*urban heat island effect*'. It is caused by a series of factors (WHO, 2004): most notably higher density of domestic and industrial heat production, increased exposure to solar radiation and less heat dissipation by vegetation and winds, changed water circuit.

Temperature differences between the city and its surrounding area correlate with the number of inhabitants and with building density. In America, this has been estimated to be: up to 2.5°C for towns of one thousand inhabitants and up to 12°C for cities of one million inhabitants. In cities, severe heat waves are not relieved at night, which increases the casualty numbers in comparison to rural areas (Epstein, 2005).

The city island effect can be prevented by planning priority city development on horizontal, meaning lower building density, more green areas and wider

Persoanele cu alte probleme de sănătate și medicații sau în disconforturi ocazionale (indigestie, abuz de alcool sau medicamente, obezitate, oboseală) au o toleranță scăzută la căldură. Acestea pot suferi afecțiuni legate de căldură chiar fără mare efort fizic. Valurile de căldură cresc mortalitatea celor cu boli cardiovasculare și respiratorii. În timpul verii lui 2003, când temperatura medie a fost cu $3,5^{\circ}\text{C}$ peste media sezonului, s-a estimat că circa 22.000 - 45.000 oameni au decedat în valul de căldură prelungit (2 săptămâni) în Europa (WDR, 2004; Kosatsky, 2005; Patz *et al.*, 2005).

Încălzirea locală a climei și afecțiunile legate de căldură sunt mai frecvente în orașe, deoarece orașele au propriul lor efect de încălzire a climatului local. Fenomenul este numit efectul de '*insulă termică urbană*'. Este cauzat de o serie de factori (WHO, 2004): mai ales o densitate mare a producției de căldură industrială, o expunere crescută la radiația solară, o scăzută disipare a căldurii prin vegetație și vânturi și schimbarea circuitului apei.

Diferențele de temperatură între oraș și împrejurimile sale se corelează cu numărul de locuitori și densitatea clădirilor. În America, această diferență s-a estimat la $2,5^{\circ}\text{C}$ pentru orașele de o mie de locuitori, și până la 12°C pentru orașele de peste un milion de locuitori. În orașe, valurile de căldură nu slăbesc noaptea, ceea ce crește numărul deceselor în comparație cu zonele rurale (Epstein, 2005).

Efectul de insulă termică poate fi prevenit prin planificare: dezvoltare în prioritate pe orizontală: densitate mică a clădirilor, mai multe spații verzi și

open spaces to allow heat dissipation. For cities in the European Union, there are optimum surfaces of green spaces recommended *per capita*.

Other direct menaces to human health are: direct injury caused by increasing intensities and frequencies of extreme meteorological events like storms and floods (details in chapter 5.1).

Indirect causes are losses of ecosystem benefits, by perturbations of natural mechanisms (Kalkstein & Smoyer, 1993; Patz *et al.*, 1996; Haines *et al.*, 2000; Patz, 2002; WHO, 2002; Epstein, 2005; Patz *et al.*, 2005):

- Prolonged drought depletes rodent predators, which leads to increases in rodent populations. These can spread numerous pathogens and so trigger diseases outbreaks.
- Higher temperatures boost frequency of blood meals by mosquitos, their reproduction rates, breeding season, area of living, and shorten maturation periods of the microbes they spread.
- Higher temperatures shorten incubation times of many diseases (cholera, malaria, viral encephalitis), increase geographical spread and infection incidence.
- After big hurrican destructions, there are increased incidences of malaria, cholera, leptospirosis, etc.
- Disease clusters appear often after, due to disturbances in the populations of pests and vectors, and deficient living conditions (nutrition, hygiene, and medication) of affected people.
- Higher temperatures may trigger algal blooms which result in intoxication of fishes and humans.

spații deschise pentru a permite disiparea căldurii. În Uniunea Europeană, există suprafețe optime (de spații verzi) recomandate *per capita*.

Alte amenințări directe la adresa sănătății omului sunt: răniurile cauzate de creșterea intensității și frecvenței evenimentelor meteo extreme, precum furtuni și viituri (detalii: capitolul 5.1).

Cauze indirecte sunt pierderile beneficiilor ecosistemelor, prin perturbarea mecanismelor naturale (Kalkstein & Smoyer, 1993; Patz *et al.*, 1996; Haines *et al.*, 2000; Patz, 2002; WHO, 2002; Epstein, 2005; Patz *et al.*, 2005):

- Seceta prelungită micșorează populațiile de prădători ai rozătoarelor, ceea ce duce la creșterea populațiilor de rozătoare. Acestea răspândesc agenți patogeni și provoacă epidemii.
- Temperatura ridicată crește frecvența hrănilor tănțarilor, rata și perioada de reproducere, zona ocupată și scurtează perioada de maturare a microbilor pe care îi răspândesc.
- Temperatura ridicată scurtează perioada de incubare a multor boli infecțioase (holera, malaria, encefalita virală), crește răspândirea lor geografică și incidența infecțiilor.
- În urma marilor distrugerii ale uraganelor, crește incidența malariei, holerei, leptospirozei etc.
- Nucleu de boală apar deseori imediat după aceea, datorită perturbării populațiilor de paraziți și vectori și condițiilor precare (nutriție, igienă și medicație) ale oamenilor afectați.
- Temperatura ridicată poate declanșa înfloriri alge care provoacă intoxicații la pești și oameni.

- Higher temperatures boost production and dissemination of allergens like pollen and fungal spores.
- Climate changes can cause deserts to expand, dust clouds to form, and atmospheric circulation to accelerate: the dust transported over continents bringing respiratory irritants.
- Climate extremes can hinder food production, thus favoring alimentation-related diseases.
- Overexploitations of local ecosystems after climate-related disasters lower the human living conditions and increased vulnerability to further natural or socio-economic strains.
- Climate stresses lower resistance of human organisms against pollution, with negative consequences on human health, health spending.

6.4. Effects of UV radiations upon ecosystem and human health

UV radiation effects upon ecosystems, following depletions of atmospheric ozone layer, concern the mechanisms responsible for ecosystem structure and functions (for reviews, *e.g.*, Caldwell *et al.*, 1998; Rozema (Ed), 1999):

- Plant biomass production,
- Plant tissue damages, causing higher vulnerability to both infection and herbivores
- Seed production,
- Injuries in humans / other vertebrate animals (skin cancers, eye damages),
- Accumulation of damages in sexually reproduction
- Large populational fluctuations in plants and animals (*e.g.*, because the insect development stages are not equally vulnerable to UV),

- Temperatura ridicată poate stimula producția și diseminarea alergenilor precum polenul și sporii fungici.
- Schimbările climatice întrețin expansiunea deșerturilor, formarea norilor de praf și accelerarea circulației atmosferice: praful transportat peste continente aduce iritanți respiratorii.
- Extremele climatice pot împiedica producerea de alimente, favorizând astfel bolile legate de alimentație.
- Supraexploatarea ecosistemelor locale după dezastrele legate de climă sărăcește condițiile de viață și crește vulnerabilitatea la viitoare crize naturale și socio-economice.
- Stresul climatic scade rezistența organismului uman în fața poluării, cu efecte nefaste asupra sănătății și a cheltuielilor pentru sănătate.

6.4. Efectele radiațiilor UV asupra sănătății ecosistemelor și oamenilor

Efectele radiației UV asupra ecosistemelor, în urma pierderii ozonului din stratosferă, privesc mecanismele responsabile de structura și funcțiile ecosistemelor (pentru sinteze, *e.g.*, Caldwell *et al.*, 1998; Rozema (Ed), 1999):

- Producția de biomasă vegetală,
- Distrugerea țesuturilor vegetale, cauzând o mai mare vulnerabilitate în fața infecțiilor și ierbivorilor,
- Producția de semințe,
- Distrugerii (oameni / alte vertebrate; cancer de ochi, răni la ochi),
- Acumularea erorilor în reproducerea sexuală,
- Fluctuații largi în populațiile de plante și animale (*e.g.*, stadiile de dezvoltare ale insectei având o vulnerabilitate diferită la UV),

- Changes in species composition due to various responses to UV effects,
- Mineral and nutrient cycling.

Certain effects are very subtle, but still very important for ecosystems. For example, UVs has negative impacts upon the symbiotic association between various plant species and fungi, probably because UV-induced changes in plant hormone levels. Consequences are in biodiversity, productivity and nutrient dynamics of ecosystems (Van de Staaij *et al.*, 2001). Natural protection exists, but they are not always sufficient. In plants, UV radiation appears to trigger a universal mechanism of adaptation: the phenyl-propanoid biochemical pathway. Phenolics like flavonoids seem able to lower UV effects on the photosynthetic tissues (Meijkamp, 1999).

6.5. Combined effects upon ecosystem and human health

Seldom natural systems undergo isolated stresses. They rather face a sum of stressor factors, with combined effects. For instance, acid deposition can interact with climatic changes in its effects on terrestrial and aquatic ecosystems. Sometimes, acid deposition may not have started the problem, but it prevents its resolving. Acidification of certain lakes can be induced solely by climatic changes: for example, the acid-neutralizing capacity of lakes can drop after significant droughts modifying local hydrology (Webster *et al.*, 1990) or after local warming has changed biological activity rates (Sommaruga-Woghrath *et al.*, 1997).

- Schimbări ale compoziției în specii din cauza variabilității efectelor UV,
- Ciclurile mineralelor și nutrienților.

Anumite efecte sunt foarte subtile, totuși importante în ecosisteme. Astfel, UV au impact negativ asupra asociațiilor simbiotice dintre diferite specii de plante și fungi, probabil din cauza efectelor UV asupra concentrațiilor hormonale. Consecințele sunt în biodiversitatea, bioproductivitatea și dinamica nutrienților în ecosisteme (Van de Staaij *et al.*, 2001). Căi naturale de protecție există, dar nu sunt infailibile. La plante, UV declanșează un mecanism universal de adaptare: calea biochimică a fenilpropanoizilor. Compușii fenolici precum flavonoizii par capabili să diminueze efectele UV asupra țesuturilor fotosintetizatoare (Meijkamp, 1999).

6.5. Efecte combinate asupra sănătății ecosistemelor și oamenilor

Rareori sistemele naturale sunt supuse unor stresuri izolate. Mai degrabă, ele se confruntă cu o sumă de factori de stress, cu efecte combinate. De pildă, depunerile acide pot interacționa cu schimbările climatice prin efectele sale în ecosistemele terestre și acvatice. Uneori, depunerile acide nu creează problema, dar împiedică rezolvarea ei. Acidificarea anumitor lacuri poate fi indusă doar prin schimbările climatice: astfel, capacitatea de neutralizare a lacurilor poate scădea după secete care schimbă hidrologia locală (Webster *et al.*, 1990) sau după ce încălzirea locală a modificat ratele activității biologice (Sommaruga-Woghrath *et al.*, 1997).

Acid depositions may have various effects on crops, including significant yield loss in many species (e.g., Lee *et al.*, 1981). Organic acids moderate pH changes in soils after acid deposition reduction or cessation (Wright, 1989). But excessive biomass removal (e.g. in agricultural landscapes) may deplete nutrients and acid-neutralizing capacity of soils.

When acid deposition appears, it only worsens the situation and hinders recovery from previous situations of ecosystems overexploitation (Glatzel, 1991).

Beside SO_x , NO_x depositions may induce major disturbances into natural ecosystems. With nitrogen cycle being essential for ecosystems, even small increases in nitrogen deposition can determine observable changes in ecosystem properties. Anthropogenic alteration of the nitrogen cycle have:

- roughly doubled the nitrogen input rate into the terrestrial nitrogen cycle,
- increased the global concentration of N_2O – a greenhouse gas,
- increased the concentration of NO_x which contributes to the formation of ozone in troposphere (in smog),
- contributed to the loss of elements that are essential for long-term soil fertility: calcium and potassium,
- increased the transfer of nitrogen in coastal and estuarine areas.

Similarly, acidification of soils through *dry and wet deposition of air-born oxides* may increase mobility of trace elements and heavy metals in soils and waters. Afterwards, cation depletion may also increase aluminium toxicity in trees, which contributes to forest loss (Johnson & Taylor, 1989).

Depunerile acide au diverse efecte asupra culturilor, inclusiv pierderi semnificative pentru multe specii (e.g., Lee *et al.*, 1981). Acizii organici moderează variațiile de pH în sol după scăderea sau întreruperea depunerilor acide (Wright, 1989). Dar extragerea excesivă de biomasă (e.g., agricultură) poate scădea stocul de nutrienți și capacitatea neutralizatoare a solurilor.

Apariția depunerilor acide nu face decât să înrăutățească situația și împiedică recuperarea din situațiile anterioare de supraexploatare a ecosistemelor (Glatzel, 1991).

Pe lângă SO_x , depunerile de NO_x pot induce perturbări majore în sistemele naturale. Ciclul azotului fiind esențial pentru ecosisteme, chiar și creșteri mici în depunerile de azot pot determina schimbări observabile ale proprietăților ecosistemelor. Alterarea antropogenică a ciclului azotului a:

- dublat (aproximativ) rata inputului de azot în ciclul terestru al azotului,
- crescut concentrația globală de N_2O – un gaz cu efect de seră,
- crescut concentrația de NO_x care contribuie la formarea ozonului din troposferă (în smog),
- contribuit la pierderea de elemente esențiale în fertilitatea pe termen lung a solurilor: calciu și potasiu,
- crescut transferul de azot în zonele costiere și în estuare.

La fel, acidificarea solurilor prin *depușurile uscate și umede a oxizilor din atmosferă* poate crește mobilitatea microelementelor și a metalelor grele în soluri și ape. Iar, pierderea cationilor poate crește toxicitatea aluminului pentru arbori, ceea ce daunează pădurilor (Johnson & Taylor, 1989).

In addition, other effects of NO_x deposition may occur as a result of nitrogen fertilization of soils and waters (eutrophication), like (Vitousek *et al.*, 1997; Bobbink *et al.*, 1998):

- Higher plant growth rates, and thus higher carbon storage in ecosystems,
- Accelerated biodiversity loss via local competitive exclusion of plants that are adapted to efficient uses of nitrogen, and of the animals and microorganisms dependent on them,
- Changes in estuarine and coastal ecosystems, followed by long-term decline of fisheries.

A combined effect of acid depositions is also the decrease of dissolved organic carbon in the surface waters, allowing increased penetration of incident solar radiation, notably UV, into the upper water column. Particularly in clear shallow lakes and streams, such effects can be more damaging than depletion of the stratospheric ozone in increasing the exposure of aquatic organisms to biologically-effective UV radiation (Schindler *et al.*, 1996; Yan *et al.*, 2002).

Acid deposition may have opposite effects into ecosystems, with complex outcomes. On the one hand, aerosols tend to increase haze, and so alter the radiation balance, which has harmful consequences on photosynthesis and growth of plants. This adds to the negative effects of pH changes. On the other hand, higher nitrogen deposition in nitrogen-limited ecosystems causes increased plant growth. This increases sequestration of CO_2 from the atmosphere, which slows the increase of atmospheric levels of CO_2 and the global warming.

În plus, alte efecte ale depunerilor de NO_x pot apărea datorită fertilizării cu azot a solurilor și apelor (eutroficare), precum (Vitousek *et al.*, 1997; Bobbink *et al.*, 1998):

- Sporirea creșterii plantelor și, deci, a stocării carbonului în ecosisteme,
- Accelerarea pierderii biodiversității via exclusiunea competitivă a plantelor adaptate la consumul eficient al azotului și a animalelor și microorganismelor dependente de ele,
- Modificări în ecosistemele estuarine și costiere, urmate logic de declinul pe termen lung al pescuitului.

Un efect combinat al depunerilor acide este și scăderea carbonului dizolvat în apele de suprafață, ceea ce permite creșterea penetrației razelor solare incidente, în special a UV, în partea superioară a coloanei de apă. În special în lacurile și râurile puțin adânci, acest efect poate fi chiar mai dăunător decât pierderea ozonului stratosferic deoarece crește chiar mai mult expunerea organismelor acvatice la radiațiile UV (Schindler *et al.*, 1996; Yan *et al.*, 2002).

Depunerile acide pot avea chiar efecte opuse, ceea ce are în ecosisteme consecințe complexe. Pe de o parte, aerosolii tind să crească ceața și astfel să altereze balanța radiației, ceea ce dăunează fotosintezei și creșterii plantelor. Acest efect se adaugă modificărilor pH-ului. Pe de altă parte, în ecosistemele sărace în azot, depunerea de azot stimulează creșterea plantelor. Această creștere sporește rata de sechestrare a carbonului atmosferic, ceea ce frânează creșterea concentrației atmosferice de CO_2 și deci frânează încălzirea globală.

Another example: global warming may cause higher frequencies and severities of droughts, with effects on nitrogen mineralization and oxidation of sulphur compounds, i.e. increased acidification. Potential effects on freshwater biotas are reduced cold water refugia for cold stenotherm species, lower nutrient concentration, and grater penetration of harmful UV radiation into lake ecosystems (Wright & Schindler, 1995).

Effects of SO_x and NO_x pollution combine with those caused by other atmospheric pollutants, like NH_3 , metals, and so on.

Certain pollutants like organochlorine compounds and mercury also tend to circulate from warm regions to higher altitudes and latitudes, due to several factors like climate warming, increased UV levels, temperature-dependent volatility and greater condensation in cold regions. There (but not only there), bioaccumulation of pollutants in plants and animals, and biomagnifications upward the food chain seriously threats to the local people (e.g., Travis & Hester, 1991; Schindler, 1999).

In addition, in areas of low levels of ozone in the stratosphere, and with high levels of atmospheric NO_x (like in large urban areas, with many circulating cars), more ozone can form in the troposphere (i.e., at the ground level), which has noxious effects on plants and animals.

Tropospheric ozone is a major pollution problem and a mater of public health in the cities (associated with smog). It is a severe irritant of the eyes and it damages lungs and make people more susceptible to respiratory infections.

Un alt exemplu: încălzirea globală poate cauza creșterea frecvenței și severității secetelor, cu efecte asupra mineralizării azotului și oxidării compușilor cu sulf, i.e. sporește acidificarea. Efecte potențiale asupra organismelor din apele dulci sunt: reducerea refugiilor pentru speciile stenoterme de apă rece, scăderea concentrațiilor de nutrienți și creșterea penetrației UV în lacuri (Wright & Schindler, 1995).

Efectele poluării cu SO_x și NO_x se combină cu cele cauzate de alți poluanți atmosferici precum NH_3 , metale etc.

Anumiți poluanți precum organoclorinele și mercurul tind să circule dinspre regiunile calde spre latitudini și altitudini mai mari, datorită unor factori precum încălzirea climatică, creșterea nivelurilor de UV, volatilitatea chimică dependentă de temperatură și o mai mare condensare în regiunile reci. Aici mai ales, bioacumularea poluanților în plante și animale și biomagnificarea în susul lanțurilor trofice sunt amenințări serioase pentru indigeni (e.g., Travis & Hester, 1991; Schindler, 1999).

În plus, în zonele cu niveluri scăzute ale ozonului stratosferic dar ridicate pentru NO_x atmosferic (e.g., în marile zone urbane, cu multe autovehicule), ozonul se formează foarte abundent în troposferă (i.e., la nivelul solului), ceea ce are efecte toxice asupra plantelor și animalelor.

Ozonul troposferic este o problemă majoră de poluare și de sănătate publică în orașele cu smog. Ozonul este un iritant sever al ochilor și dăunează plămânilor, crescând susceptibilitatea la infecții respiratorii.

Particularly vulnerable to ozone are children and adults with existing diseases. Ozone also inhibits growth, respiration/photosynthesis and water-use efficiency of plants, and can cause serious damages to terrestrial ecosystems (notably crops and forests) and aquatic ecosystems (where phytoplankton productivity determines the general ecosystem productivity, including fish stocks) (e.g., US EPA, 1993; Galloway, 1995).

These are not only technical aspects for discussions among specialists, but they are also issues requiring serious societal responses.

În mod particular vulnerabili la ozon sunt copiii și adulții care au deja alte boli. Ozonul inhibă creșterea, respirația/fotosinteza și eficiența utilizării apei de către plante și poate cauza perturbări serioase ecosistemelor terestre (e.g., culturilor și pădurilor) și ecosistemelor acvatice (unde productivitatea fitoplanctonului determină productivitatea generală a ecosistemului, inclusiv cea a stocurilor de pește (e.g., US EPA, 1993; Galloway, 1995).

Acestatea nu sunt numai aspecte tehnice pentru discuții între specialiști, ci sunt probleme care cer răspunsuri societale serioase.

7. Environmental awareness development: roles for environmental science and technology
- 7.1. The Precautionary Principle (IUCN) in the use of natural resources

Given the complexity and quite difficult predictability of the natural systems (chapter 5), and the irreversibility of the living processes, precaution must be taken with any program and activity of natural capital management. In order to avoid irremediable natural capital losses and local and global catastrophes (chapter 5), precaution must lead us in decision taking and action.

In this spirit, the International Union for the Conservation of Nature (IUCN) adopted in 2004 a resolution which recommends that the *Precautionary Principle* must prevail in environmental decision making and management (IUCN Congress Bulletin, 2004).

In ecology, the precautionary principle concept corresponds to the *Insurance Hypothesis*, which means for example in the case of ecosystem structure, that a high level of biodiversity is beneficial for ecosystems because diversity offers overall stability against disturbances or /and stresses of all kind. A very fertile scientific debate (and research topic) has started in ecology on this subject – the *Diversity-Stability Debate*. Now, a very solid theoretical and empirical evidence support the *insurance* view (e.g., Tilman & Downing, 1994; Bengtsson, 1998; Yachi & Loreau, 1999; Borrvall *et al.*, 2000; McCann, 2000; Loreau *et al.*, 2001; Moore, 2005).

7. Conștientizarea mediului înconjurător: relevanța științelor și tehnologiilor de mediu
- 7.1. Principiul precauției în exploatarea resurselor naturale (IUCN)

Data fiind complexitatea și dificultatea previziunilor în sistemele naturale (capitolul 5) și ireversibilitatea proceselor viului, trebuie precauție în orice program și activitate vizând gospodărirea capitalului natural. Pentru a evita pierderi iremediabile de capital natural sau pentru a evita catastrofele locale / globale (capitolul 5), decizia și acțiunea trebuie ghidate de precauție.

În acest spirit, Uniunea Internațională pentru Protecția Naturii (UIPN) a adoptat în 2004 o rezoluție care recomandă că *Principiul Precauției* trebuie să aibă întâietate în procesul de decizie și management care privește mediul (IUCN Congress Bulletin, 2004).

Principiul precauției corespunde conceptual *Ipotezei Asigurării* în ecologie, ceea ce înseamnă, de exemplu, în cazul structurii ecosistemului, că o biodiversitate ridicată este benefică pentru ecosisteme, pentru că diversitatea conferă stabilitate sporită împotriva perturbărilor sau/și stresurilor. O fertilă dezbatere științifică (și topic de cercetare) a început în ecologie pe acest subiect – *Dezbaterea Diversitate-Stabilitate*. O bază teoretică și empirică există deja în sprijinul ipotezei asigurării (e.g., Tilman & Downing, 1994; Bengtsson, 1998; Yachi & Loreau, 1999; Borrvall *et al.*, 2000; McCann, 2000; Loreau *et al.*, 2001; Moore, 2005).

In technology advancement, one can regard precautionary principle as neutral: technology is not itself sustainable or unsustainable; only its employment can become good or bad, depending on (1) methods employed for technology development and (2) on its applications.

Therefore, the precautionary principles may satisfy both *technological skeptics* (who do not see much advantage in the development of new technologies, not even for the purpose of more sustainable living) and *technological optimists* (who trust that technological progress will eliminate all current and future obstacles against growth and sustainable development altogether).

In reality, policies based on the precautionary principles will result in less 'savage' exploitation of nature, and lower access to resources (now this access is almost unlimited). In market economies, a declining supply at a constant or increasing demand will result in gradual rising of the prices for natural resources. This is a good thing, because it will motivate critical-mass investments in R&D (Research & Development) needed for the development and the adoption of the sustainability-compatible technologies (Costanza & Daly, 1992). Such an approach has been named *Precaution through Experience*, and would also include strong public involvement (Welsh & Ervin, 2006).

7.2. Industrial ecology: principles and applications; environmental biotechnologies

Humanity has begun with the inception of tools, i.e. material objects which our ancestors carved and started to use in order to improve their lives.

Pentru avansul tehnologic, principiul precauției poate fi privit drept neutru: tehnologia nu este în sine sustenabilă sau nesustenabilă; doar aplicarea ei poate fi bună sau rea, în funcție de (1) metodele folosite în dezvoltarea tehnologiei și de (2) de aplicațiile ei.

Prin urmare, principiul precauției poate satisface și pe *scepticii tehnologiei* (care nu văd mare avantaj în a dezvolta noi tehnologii, nici măcar pentru scopul precis al unui mod de viață sustenabil), și pe *optimiștii tehnologiei* (care au încredere că progresul tehnologic va elimina toate obstacolele prezente și viitoare din calea dezvoltării și sustenabilității).

În realitate, politicile bazate pe principiul precauției duc la exploatarea mai puțin 'sălbatică' a naturii și la restrângerea accesului la resurse (în prezent el este cvasi-nelimitat). În economiile de piață, scăderea ofertei resurselor pe fondul unei staționări sau creșteri a cererii duce la creșterea prețurilor pentru resursele naturale – ceea ce este bine, deoarece va încuraja o masă critică de investiții în R&D (Cercetare și Dezvoltare) necesare în dezvoltarea și adoptarea tehnologiilor compatibile cu sustenabilitatea (Costanza & Daly, 1992). O astfel de abordare a fost numită *Precauție prin Experiență* și presupune și o puternică implicare a publicului (Welsh & Ervin, 2006).

7.2. Ecologie industrială: principii și aplicații; biotehnologii pentru mediu

Umanitatea a început odată cu facerea uneltelor, i.e. obiecte materiale pe care strămoșii noștri le-au modelat și utilizat inițial pentru a-și îmbunătăți viața.

From that moment on, the entire history of the human spirit has been determined by a series of paired revolutions in knowledge and technology. At present, the overall welfare of world's nations is correlated directly with their own level of investments in technology (Daniels, 1996).

We remember (chapter 1.1) that the concept sustainable development tells us that any economic system cannot develop itself outside the social system which contains it, which in turn cannot exist outside a natural system which contains and supports it. We further remember that natural capital (chapter 2.3), is not substitutable by human or human-made capital.

The reality is that technological systems have been developing so fast that they currently critically impacts on society – *socio-technological systems* (Michael, 2003; Turner II *et al.*, 2003).

Such systems should not be regarded as bad or good *per se*. Instead, we must be aware of the fact that technology multiplies the effect of human action: sustainable or unsustainable. What must happen in the future is that technology should facilitate sustainable living. Thus, the *transition to sustainability* (chapter 12) must take into account the social and environmental aspects of technology along with economic ones. For this, science and technology must be fundamentally re-invented, *i.e.*, become *sustainability-compatible*.

In deed, this can be achieved through:

(1) Inception of technologies which are truly superior, in the sense that they are in deed *environmental-friendly* (*i.e.*, their conception, manufacture and use does not require destructions of the natural capital);

Din acel moment, întreaga istorie a spiritului omenesc a fost determinată de o serie de revoluții în tandem în cunoaștere și tehnologie. În prezent, bunăstarea generală a națiunilor lumii este direct corelată cu nivelul național de investiții în tehnologie (Daniels, 1996).

Ne amintim (capitolul 1.1) că ideea de dezvoltare durabilă constă în aceea că un sistem economic nu poate să se dezvolte în afara sistemului social care îl conține și care, la rândul lui, nu poate să existe în afara sistemului natural care îl conține și suportă. Ne mai amintim și cum capitalul natural (capitolul 2.3) nu poate fi substituit de capitalul uman sau artificial.

În realitate, sistemele tehnologice s-au dezvoltat atât de rapid, încât au ajuns să aibă un impact critic asupra societății – *sisteme socio-tehnologice* (Michael, 2003; Turner II *et al.*, 2003).

Astfel de sisteme nu trebuie privite ca fiind bune sau rele *per se*. În schimb, trebuie să fim conștienți de faptul că tehnologia multiplică efectul acțiunii umane: sustenabil sau nesustenabil. În viitor tehnologia trebuie să faciliteze modurile de viață sustenabile. În acest fel, *tranziția către sustenabilitate* (capitolul 1.2) trebuie să țină cont în mod simultan de aspectele sociale, ecologice și economice ale tehnologiei. Pentru aceasta, știința și tehnologia trebuie să fie re-inventate, *i.e.*, să devină *compatibile cu sustenabilitatea*.

Acest lucru se poate realiza prin:

(1) Introducerea de tehnologii cu adevărat superioare, în sensul că sunt cu adevărat *benefice mediului înconjurător* (*i.e.*, concepția lor, manufactura și utilizarea nu presupun distrugerea capitalului natural);

(2) Price-benefit competitiveness of such superior technologies on the market (Gruebler *et al.*, 1999).

Technology must become able to help create sustainability within a concert of views and approaches in contemporary science, economy and society (*e.g.*, Duda & El-Ashry, 2000; Gagnon *et al.*, 2007). The ultimate challenge is to transfer sustainability knowledge and practice into the world business community (Lober *et al.*, 1998; Gray & Milne, 2002).

A best example at hand is from the wide domain of biotechnology: the pioneer field of biosensors. Currently, despite a true explosion in specific techniques and applications in environmental and human health monitoring, biosensors are only seen just as mere analytical devices. Nevertheless, they have a huge technological potential.

Currently, technology is progressively being recognized to need become more *hybrid-like: manmade and ecological*. To date, humanity has a long tradition of using nature for various technology developments:

- *Biotechnologies*, which are controlled applications of biological processes,
- *Bionics*: artificial reproduction of biological structures and functions.

However, the middle ground between the two approaches, represented by real *hybrid technologies*, is missing for now. True hybrid technologies require more than just manipulations or mimics of natural processes. Instead, they suppose a true functional continuity between non-living and living components. But this is very difficult to achieve, because non-living and living systems have different fundamental behaviors: linear versus non-linear dynamics.

(2) Competitivitatea preț-beneficii a acestor tehnologii superioare pe piață (Gruebler *et al.*, 1999).

Tehnologia trebuie să devină capabilă să ajute la crearea de sustenabilitate în cadrul unui concert de perspective și abordări contemporane în știință, economie și societate (*e.g.*, Duda & El-Ashry, 2000; Gagnon *et al.*, 2007). Marea provocare este transferul cunoștințelor și experiențelor practice în comunitatea mondială de afaceri (Lober *et al.*, 1998; Gray & Milne, 2002).

Un bun exemplu la îndemână vine din domeniul biotehnologiilor: domeniul pionier al biosenzorilor. În mod curent, în ciuda unei adevărate explozii în tehnici și aplicații în monitorizarea sănătății mediului și omului, biosenzorii încă sunt văzuți doar ca simple instrumente analitice. Totuși, vom arăta aici, ei au un enorm potențial tehnologic.

În prezent, se recunoaște din ce în ce mai mult că tehnologia trebuie să devină *mai hibridă: artificial și ecologic*.

Până acum, umanitatea are o lungă tradiție de utilizarea a naturii pentru diverse dezvoltări tehnologice:

- *Biotehnologiile*: aplicații controlate ale proceselor biologice,
- *Bionica*: reproducerea artificială a structurilor și funcțiilor biologice.

Totuși, zona de mijloc dintre cele două abordări, reprezentată de adevăratele *tehnologii hibride*, lipsește pe moment. Adevăratele tehnologii hibride cer mai mult decât manipulări sau mimetisme ale proceselor naturale. Ele presupun o continuitate funcțională între componentele vii și cele ne-vii. Dar acest lucru este foarte dificil de realizat, deoarece sistemele ne-vii și cele vii au comportamente fundamental diferite: dinamici liniare vs. neliniare.

Bridging the two needs a profoundly interdisciplinary bioscience, i.e. some sort of convergence towards hybrid, measurable and highly reproducible results (McCarthy, 2004).

Despite these obstacles, hybrid technology is actually possible. For example, by definition, biosensors are devices which link a biological component to an artificial one (Fig. 7), and they meet the quality requirements mentioned above. This is in deed a true hybrid technology (Ciomasu, 2006). With applications for environmental monitoring of pollutants (Ciomasu *et al.*, 2005), biosensor science is not only an interdisciplinary field *par excellence*, but it has a great potential to pioneer various hybrid technologies with direct and immediate applications to environmental management.

Conectarea celor două cere o știință profund interdisciplinară, i.e., o minimă convergență către rezultate hibride, măsurabile și cu un înalt grad de reproductibilitate (McCarthy, 2004).

În ciuda acestor obstacole, tehnologiile hibride sunt posibile. De exemplu, prin definiție, biosenzorii sunt instrumente care conectează o componentă biologică de una artificială (Fig. 7) și îndeplinesc cerințele menționate mai sus. Vorbim deci de o adevărată tehnologie hibridă (Ciomașu, 2006). Având și aplicații în monitorizarea poluanților din mediu (Ciomașu *et al.*, 2005), știința biosenzorilor nu este numai un domeniu interdisciplinar prin excelență, dar are și un mare potențial de pionierat în tehnologiile hibride, chiar imediat aplicabile în managementul mediului.

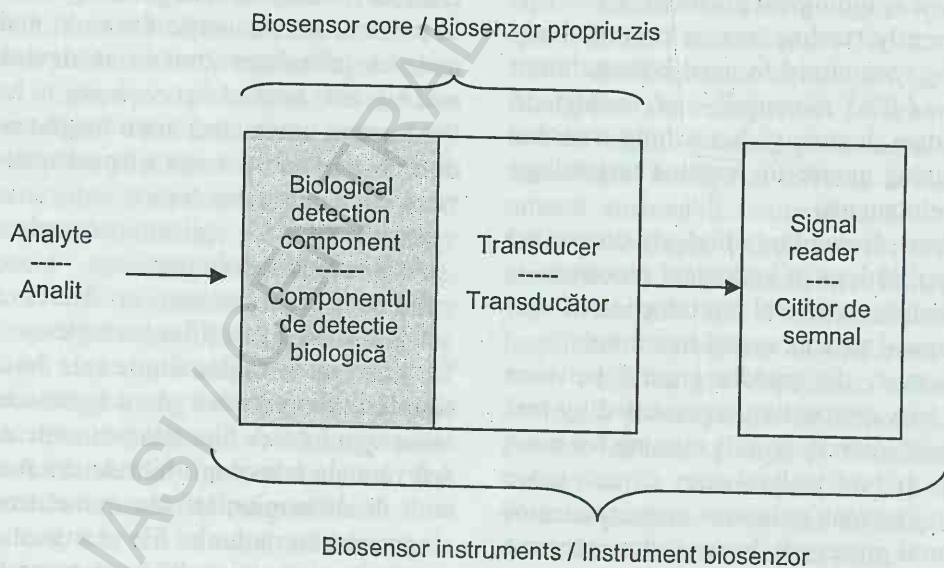


Fig. 7
Schematic of a biosensor set-up. The presence of an analyte (e.g., a pollutant to be monitored) induces in the biological detection element biochemical changes that are convertible into a readable signal by means of a transducer.

Schema conceptuală a unui biosenzor. Prezența analitului (e.g., un poluant de analizat) induce, în elementul de detecție biologică, schimbări biochimice care sunt convertibile în semnale citibile cu ajutorul unui transducător.

The functional concept of biosensors is this: the bio-physico-chemical changes that accompany the biological activity of the biological component of the biosensor set-up are converted to a measurable signal by means of an engineered part, named transducer.

The biosensor's core consists in a biological component and a transducer that are in intimate contact. Depending of biosensor type and applications, this core can be incorporated in more complicated, automated / computer-controlled, miniaturized instruments. These can provide raw data, or already interpreted data – depending on the complexity of the technology and that of the imbedded software (Ciomasu *et al.*, 2005).

When the biological component is subcellular, the biosensor allows fast and precise identification and quantification of analytes via incorporated bioassays: immunoassays, enzyme assays, receptor (or other kind of functional ligands) assays or gene-induction assays. But it may be (really depending on which biological component you use, and in which set-up) less informative upon the biological effect itself.

When the biological component is a whole cells (*e.g.*, unicellular algae) or tissue, identification and quantification of analytes is somewhat slower and less precise, but it is very informative about the toxic and eco-toxicological effects upon living systems.

In other words, biosensor systems have a great methodological flexibility (by combinatorial set-ups as well) which is very useful for environmental analyses, where the diversity of matrices and situations is typically huge.

Conceptul funcțional al biosenzorului este: modificările biofizico-chimice care însoțesc activitatea biologică a componentei biologice a biosenzorului sunt convertite într-un semnal care este măsurabil cu ajutorul componentei ingineresti, numită transducător.

Miezul biosenzorului constă în două elemente aflate în contact strâns: componenta biologică și transducătorul. După tipul și aplicațiile biosenzorului, miezul poate fi încorporat în instrumente mai complicate, automate / controlate prin calculator, miniaturizate. Acestea pot furniza date primare, sau deja interpretate – în funcție de complexitatea tehnologiei și cea a programelor încorporate (Ciomașu *et al.*, 2005).

Atunci când componenta biologică este subcelulară, biosenzorul permite identificarea și cuantificarea rapide și precise a analiților via bioteste încorporate: imunoteste, teste enzimatic, teste cu receptori (sau alte tipuri de liganzi funcționali) sau inducție genetică. Dar acestea pot spune (în funcție de elementul biologic și aranjamentul experimental utilizat) mai puțin despre efectele biologice în sine.

Atunci când elementul biologic constă în celule întregi (*e.g.*, alge unicelulare) sau țesuturi, identificarea și cuantificarea analiților este ceva mai înceată și mai puțin precisă, dar este foarte informativă asupra efectelor toxice și eco-toxicologice asupra sistemelor vii.

Cu alte cuvinte, sistemele biosenzor au o mare flexibilitate metodologică (inclusiv prin combinațiile experimentale) – foarte utilă în analizele de mediu, unde, în mod obișnuit, diversitatea matricilor și situațiilor este uriașă.

Analytical peculiarities and applications put biosensors close to the analytical chemistry. But the *bioresponse-linked approach* makes them quite similar to ecotoxicological bioassays concerned with pollution effects at organism, population and ecosystem scales (Boudou & Ribeyre, 1997; Gagnon *et al.*, 2007; Sanchez-Bayo *et al.*, 2002; Seifert *et al.*, 2003).

The today's major objective of the ecotoxicology science is to develop rapid, cost-effective methods for toxic (sublethal effects included) pollutants. Such methods must be designed so as to be integrable in multi-/inter-disciplinary approaches (Neamtu *et al.*, in press), and to respond to the present needs of the society (Costica *et al.*, 2006a). And as a matter of fact, *mechanism-based bioanalytical tools (MBBTs)* are most likely to provide just such possibilities (Eggen & Segner, 2003).

In other words, in a search for strategic scientific / technological options for the transition to sustainability one can identify a *conceptual continuum from technology to nature* (Ciomasu, 2006): *Technology < Analytical Chemistry < Biosensor Science < Ecotoxicology < Ecology*. With each of these domains, biosensors can link directly via specific biological detection: *Molecular < Sub-cellular < Cellular < Tissues & Organs < Population < Ecosystem*.

Biotechnological methods of interest for sustainability theory and practice are numerous: from *genetic signatures* identified mechanistically by measuring the gene expression levels upon exposures to chemicals (Lettieri, 2006) to more holistic ecological relative risk (EcoRR) assessments (Sanchez-Bayo *et al.*, 2002).

Specificitățile analitice și aplicațiile plasează biosenzorii alături de chimia analitică. Însă, abordarea bazată pe răspunsul biologic îi apropie de testele ecotoxicologice pentru analiza efectelor poluării la scara organismelor, populațiilor și ecosistemelor (Boudou & Ribeyre, 1997; Gagnon *et al.*, 2007; Sanchez-Bayo *et al.*, 2002; Seifert *et al.*, 2003).

Obiectivul major al științei ecotoxicologiei este să dezvolte metode rapide și fezabile ca și costuri pentru poluanții toxici (inclusiv cei cu efecte subletale). Astfel de metode trebuie concepute a fi integrabile în abordări multi-/inter-disciplinare (Neamtu *et al.*, sub tipar), și să răspundă nevoilor actuale ale societății (Costică *et al.*, 2006a). Iar *instrumentele bioanalitice mecanistice (IBM)* sunt cele mai în măsură să ofere genul acesta de posibilități (Eggen & Segner, 2003).

Cu alte cuvinte, pentru opțiuni științifice / tehnologice strategice în tranziția către sustenabilitate, se poate identifica un *continuum conceptual de la tehnologie la natură* (Ciumașu, 2006): *Tehnologie < Chimie analitică < Biosenzori < Ecotoxicologie < Ecologie*. Cu fiecare din aceste domenii, biosenzorii se pot conecta direct prin detecție biologică: *Moleculară < Sub-celulară < Celulară < Țesuturi & Organe < Populație < Ecosistem*.

Metodele biotehnologice de interes pentru teoria și practica sustenabilității sunt numeroase: de la semnătura genetică identificată mecanistic prin măsurarea nivelului de exprimare genetică după expunerea la chimicale (Lettieri, 2006), la estimările holistice ale riscului ecologic relativ (EcoRR) (Sanchez-Bayo *et al.*, 2002).

In a wider perspective, the described continuum actually extends further to ecological footprints estimations by means of by multidisciplinary and integrated corroborations and studies including environmental, technological and socio-economic methods.

For this purpose, the *case studies in environmental impact assessment* (Lawrence, 2003) and *practice-oriented scenarios for sustainable development* (Ciomasu *et al.*, 2008a,b) should be source of inspiration, practical sense, and value-added for tools as diverse as chemical analysis, biosensors, biotests, bioindicators, ecological indices.

Being a hybrid technology, and using current developments, biosensors (and convergent sciences and technologies) can also provide concrete contributions to a sustainable exploitation of the Earths' ecosystems (chapter 11.2), and the world water crisis (chapter 5.2).

In international professional circles biotechnologies in general are seen as having a great breakthrough potential in the so-called *transition from high-tech to eco-tech* (Moser, 1994; Gruebler *et al.*). In a global societal picture, biotechnologies can improve economic relationships between countries situated on different levels of richness, because all nations are beginner in this area and deemed to work in a globalized context (DaSilva, 1998).

In addition, biosensors often have some unexpected applications, like with *bio-fuel cells*, i.e. alternative energy sources, which convert catalytic activity of enzymes into electric charges, including for the biosensors' self-powering (Bullen *et al.*, 2006).

În perspectiva lărgită, continuum-ul descris se extinde de fapt mai departe până la estimările amprente ecologice prin intermediul coroborărilor și studiilor multidisciplinare și integrate care includ metode din științele mediului și din cele tehnice și socio-economice.

Pentru aceasta, *studiile de caz în evaluările impactului asupra mediului* (Lawrence, 2003) și *scenariile practice pentru dezvoltarea durabilă* (Ciomasu *et al.*, 2008a,b) ar trebui să fie surse de inspirație, orientare practică și valoare adăugată pentru diverse instrumente precum: analize chimice, biosenzori, bioteste, bioindicatori, indici ecologici.

Fiind tehnologii hibride și aplicând progresele actuale, biosenzorii (plus științele și tehnologiile convergente) pot furniza contribuții concrete la exploatarea durabilă a ecosistemelor Pământului (capitolul 11.2) și la criza mondială a apei (capitolul 5.2).

În cercurile profesionale mondiale, biotehnologiile în general comportă un mare potențial de progres major, în așa numita *tranziție de la high-tech la eco-tech* (Moser, 1994; Gruebler *et al.*, 1999). În tabloul societății globale, biotehnologiile pot îmbunătăți chiar și relațiile economice dintre țările aflate pe diferite nivele de bogăție, deoarece toate națiunile sunt începătoare în acest domeniu și nevoite să lucreze în context globalizat (DaSilva, 1998).

În plus, biosenzorii au deseori aplicații neașteptate, precum cu *celulele biocarburatoare*, i.e., surse alternative de energie, care convertesc activitatea catalitică a enzimelor în sarcini electrice, inclusiv pentru autoalimentare (Bullen *et al.*, 2006).

Beside biotechnologies in general and hybrid technologies as central topic, other types of technologies and technosocio-economic approaches are needed for implementing sustainability.

We have seen earlier with the EKC theory (chapter 2.1), that there is an inverted-U relationship between income and environmental degradation, because increasing incomes attract demands and affordability of cleaner technologies. We have also seen that EKC is not applicable at the world scale because polluting technologies simply move to poorer countries.

Here we point out that the world needs cleaner and more resource-efficient technologies: *eco-efficiency* of human activities as captured by key concepts:

- *Urban ecology* aims at integrating all urban issues, socio-economical and ecological (Picket *et al.*, 2001);
- *Industrial ecology* wants to conciliate the production of artificial goods with the ecological reality (Huppés & Ishikawa, 2005);
- *Environmental-conscious design of chemicals* wants to minimize to zero the release of pollutants and of other manufacturing side-products. This is much helped by biotechnologies and aims to lead what is already seen as *the transition from the environment-indifferent industrial chemistry to environment-conscious industrial chemistry* (Cano-Ruiz & McRae, 1998; Gavrilescu & Chisti, 2004).

In relation to technological applications for economic activity, the field of ecological economics (in deed a trans-disciplinary approach) uses a variety of concepts like (a selection):

Pe lângă biotehnologii în general și tehnologiile hibride ca topic central, alte tipuri de tehnologii și abordări tehnosocio-economice sunt necesare pentru implementarea sustenabilității.

Am văzut mai devreme, la teoria CKM (capitolul 2.1), că există o relație de U-inversat între venituri și degradarea mediului, deoarece creșterea veniturilor atrage cererea și abordabilitatea financiară a tehnologiilor curate.

Am mai văzut că CKM nu este aplicabilă la scară mondială deoarece tehnologiile poluante pur și simplu delocalizează în țările sărace.

Aici accentuăm că lumea are nevoie de tehnologii curate și eficiența consumului: *eco-eficiența* activităților umane este descrisă prin concepte-cheie:

- *Ecologia urbană*: integrarea problemelor urbane, socio-economice și ecologice (Picket *et al.*, 2001);
- *Ecologia industrială* urmărește să concilieze producția de bunuri artificiale cu realitatea ecologică (Huppés & Ishikawa, 2005);
- *Sinteza chimică responsabilă față de mediu* țintește minimizarea până la zero a eliberării de poluanți și a altor produșilor secundari de fabricație. Ajutată de biotehnologii, această abordare ar putea conduce așa-numita *tranziție de la chimia industrială indiferentă față de mediu la chimia industrială responsabilă față de mediu* (Cano-Ruiz & McRae, 1998; Gavrilescu & Chisti, 2004).

În conexiune cu aplicațiile tehnologice în activitățile economice, domeniul economiei ecologice (de facto o abordare trans-disciplinară) utilizează o serie de concepte precum (o selecție):

- *Sustainable supply chains* (SSC) refer to the fact that all the steps in process of making / manufacturing products and services must comply with detailed requirements related to environmental, social and economic sustainability: e.g., types and amounts of energy uses (and related uses of environmental and social resources), amounts of pollution (and the amount of related damage);
- *Life-cycle assessments* (LCA) and *life cycle cost* (LCC) management (Saling *et al.*, 2005). This concept is derived from SSC, and means that it is not enough to take care of the wasted resulted from the product making or recycle some materials. Instead, every step from the product inception to the product buying must be looked for in order to identify all resources and energy consumed and impact done
- *Cradle-to-grave* (CTG) analysis is a variant of LCA: analysis of products' impact from inception down to their disposal;
- *Cradle-to-cradle* (CTC) analysis is a step further from CTG: the products' environmental impact is monitored from inception down to the manufacturing of the new products from it (Gagnon *et al.*, 2007). In a sense, this copies the matter flows in ecosystems: nothing is lost, everything is used (there is no waste in the traditional sense humans used to think of);
- *Total costs of ownership* of analyzer systems (for monitoring pollutants in environmental matrices) (Workman, 2001);
- *Industrial hygiene* is (Harper *et al.*, 1997) 'anticipation, recognition, evaluation, and control of chemical and
- *Lanțul sustenabil de aprovizionare* (LSM) – se referă la faptul că toate etapele din procesul de fabricație a unui produs sau serviciu trebuie să respecte cerințele detaliate legate de sustenabilitatea ecologică, socială și economică; e.g., tipuri și cantități de energie utilizate (și utilizările înrudite ale resurselor de mediu și sociale), cantitatea de poluare (și cantitatea de distrugerii indirecte);
- *Evaluarea ciclului de viață* (ECV) și managementul *costurilor ciclului de viață* (CCV) (Saling *et al.*, 2005). Acest concept este derivat din LSM și înseamnă că nu este suficient să ai grijă de deșeurile rezultate din fabricarea produsului sau să reciclezi unele materiale. Ci, fiecare pas, de la concepția la cumpărarea produsului, trebuie urmărit pentru a indentifica toate resursele, energia și impactul;
- *Analiza din-leagăn-în-mormânt* (LM) – este o variantă de ECV: analiza impactului produsului de la concepere până la stadiul de deșeu;
- *Analiza din-leagăn-în-leagăn* (LL) este un pas mai departe față de SCV: impactul ecologic al produsului este monitorizat de la concepere până la noile produse rezultate din el (Gagnon *et al.*, 2007). Într-un sens, aceasta copiază circuitul materiei în ecosisteme: nimic nu este pierdut, totul este folosit (nu există deșeuri în sensul dat de oameni);
- *Costul total al proprietății* (CTP) asupra sistemelor de analiză (pentru monitorizarea poluanților din matricile din mediu) (Workman, 2001);
- *Igiena industrială* este (Harper *et al.*, 1997) 'anticiparea, recunoașterea, evaluarea și controlul stresorilor

physical stressors whose presence or action may lead to undesirable outcomes such as injury or death'. Sustainability-compatible industries must rely and improve on current practices of industrial hygiene.

7.3. Environmental analytics (types and applications) and ecological reconstruction

The quality of the surface water is representative for the entire environment, because all pollution ends up in rivers (collected across river basins).

This is actually why *Water Framework Directive (WFD) of the European Commission recommends that all water monitoring and management should be carried out (1) at river basin scales, and (2) with integrated, chemical and biological approaches*. The integration of methods is realized according to a common methodological platform now being developed by *the geographical intercalibration groups* (WFD 2000).

In the view of the Water Framework Directive, *clean water means actually ecologically clean water*. In this sense, quantitative data with chemical analysis methods (usually on a list of looked-for pollutants) provide numbers for future technical mitigation of pollution at the known sources.

However, even if quasi-all pollution sources would be known, chemical data have themselves no meaning unless provided along with some ecological measures.

Chemical analyses are able to identify substances and metabolites, but provide no information on their biological and ecological effects.

fizici și chimici a căror prezență sau acțiune poate conduce la rezultate nedorite precum rănirea sau decesul'. Industriile compatibile cu sustenabilitatea trebuie să aibă la bază și practicile de igienă industrială.

7.3. Analize de mediu (tipuri și aplicații) și reconstrucția ecologică

Calitatea apelor de suprafață este reprezentativă pentru întreg mediul, deoarece toată poluarea sfârșește în râuri (adunată din bazinul hidrografic).

Tocmai de aceea Directiva Apelor (DA) a Comisiei Europene recomandă că orice monitorizare și gospodărire a apelor trebuie să se desfășoare (1) la scara bazinului hidrografic și (2) prin abordare integrată, chimică și biologică. Integrarea metodelor este realizată în conformitate cu o platformă metodologică comună aflată acum în dezvoltare în cadrul *grupurilor de intercalibrare geografică* (WFD 2000).

În viziunea Directivei Apelor, *apă curată înseamnă de fapt apă curată din punct de vedere ecologic*. În acest sens, datele cantitative obținute prin analize chimice (conform unei liste de poluanți-țintă) furnizează valorile numerice necesare pentru diminuarea poluării la sursele cunoscute.

Totuși, chiar dacă cvasi-totalitatea surselor de poluare ar fi cunoscute, datele chimice nu au în sine nici o relevanță decât dacă sunt furnizate alături de niște măsurători ecologice.

Analizele chimice sunt capabile să identifice substanțele și metaboliții, dar nu aduc nici o informație asupra efectelor lor biologice și ecologice.

Ecological and biological data indicates the overall effects of pollution, *i.e.*, the cumulative effects of the looked-for and non-looked for pollutants in space and time. Although it is quite complicated to establish direct causality links between a group of pollutants and a group of biological phenomena, it is essential to have all information and analyses for *informed management purposes*.

The best approach for environmental monitoring is *the multi-tier approach*. For example, in a recent study on water quality along the Bahlui River, we have used (Ciomasu *et al.*, 2008d; Neamtu *et al.*, in press):

- *analytical chemistry methods to map concentration ranges* of some priority persistent organic pollutants (POPs),
- *ecological indices to establish the general pattern of cumulative pollution* with looked for and non-looked for contaminants,
- *ecotoxicological tests to unveil sources of pollution* that would normally remain hidden (diluted in the river).

Efforts are being made internationally to develop faster, simpler and more sensitive environmental analysis methods, on-line / on-site measurements, because lab-based chemical analyses are not sufficient (Richardson, 2003; Gagnon *et al.*, 2007). Notably for *field screening of environmental pollutants*, biosensors (described in chapter 7.2) have demonstrated a truly great potential for analytical variety and versatility. They are now seen as a necessary complement for lab-based methods (Gagnon *et al.*, 2007).

Datele ecologice și biologice indică efectul general al poluării, *i.e.*, efectul cumulativ al poluanților avuți sau nu în vedere în spațiu și timp. Deși este destul de complicată stabilirea unor legături directe de cauzalitate între un grup de poluanți și un grup de fenomene biologice, este esențial de avut toate informațiile și analizele pentru o *gospodărire în cunoștință de cauză*.

Pentru monitorizarea mediului, cea mai bună este *abordarea multiplă*. De exemplu, într-un studiu recent asupra calității apelor în râul Bahlui, noi am utilizat (Ciomasu *et al.*, 2008d; Neamtu *et al.*, in press):

- *metode de analiză chimică pentru a cartă limitele concentrațiilor* unor poluanți organici persistenti (POP) prioritari,
- *indici ecologici pentru a identifica tendința generală a poluării cumulative* cu poluanții vizati și contaminanții neidentificați,
- *teste ecotoxicologice pentru a descoperi sursele de poluare* care altfel ar rămâne ascunse (diluuate în în masa de apă a râului).

Eforturi sunt depuse în lume pentru a dezvolta metode analitice mai rapide, simple și sensibile, capabile de măsurători automatizate, pe teren, deoarece analizele chimice de laborator nu sunt de ajuns (Richardson, 2003; Gagnon *et al.*, 2007). În special, pentru examinarea pe teren a poluanților, biosenzorii (descriși în capitolul 7.2) au demonstrat un mare potențial pentru varietate și versatilitate analitică. Ei sunt priviți în prezent drept un complement necesar pentru metodele de laborator (Gagnon *et al.*, 2007).

Field screening methods are necessary to map contaminations, because they are portable and cheaper and provide *real-time information* (you have no delay, so you can already use the measured result in the decision where to immediately do the next measurements). They are not as performant as lab-based methods (usually High Pressure Liquid Chromatography – HPLC, or Mass Spectrometry – MS), but their result is comparable and can be done onsite. This is important, because many contaminants may have low solubility in water, which makes them very *heterogeneously distributed in space*. In such situations, one single expensive measurement is not relevant for the situation of that pollutant in the field.

Lab-based, high precision methods can be used for in-depth analyses in samples previously identified by field screening.

Notably for reasons related to its hybrid, manmade and biological character, and because of its versatility, biosensor technology is set to become quasi-obligatory for comprehensive, real-time analysis of environmental situation for informed and *costs-effective environmental management*. This is important, because the amount of needed measurements is increasing, and because much contamination occurs in developing countries, where expensive methods are not accessible.

7.4. Landuse and wateruse changes

In order to be able to track, understand and use for effective management the huge complexity of the environmental

Metodele de examinare pe teren sunt necesare pentru a cartografi contaminările, deoarece sunt portabile și mai ieftine și furnizează *informație în timp real* (nu există întârziere, încât poți folosi rezultatul măsurat imediat în decizia unde să fie aplicate următoarele măsurători). Acestea nu sunt la fel de performante ca metodele de laborator (de obicei chromatografie sau spectrometrie de masă), dar rezultatul lor este comparabil și poate fi obținut pe teren. Acest avantaj este important deoarece mulți contaminanți au solubilitate scăzută în apă, ceea ce-i face foarte *heterogenic distribuiți în spațiu*. În astfel de situații, o singură măsurătoare scumpă nu este relevantă pentru situația aceluia poluant pe teren.

Metodele foarte precise, de laborator, pot fi utilizate pentru analize detaliate în probele identificate inițial prin examinarea pe teren.

În special pentru motivele derivate din caracterul lor hibrid, artificial și biologic, și datorită versatilității lor, tehnologiile tip biosenzor sunt pe cale să devină cvasi-obligatorii pentru analizele cuprinzătoare, în timp real a situației mediului pentru o *gospodărire financiar fezabilă a mediului*. Acest lucru este important deoarece volumul de analize necesare este în creștere și deoarece o mare parte din poluare apare în țările sărace, unde metodele scumpe sunt inaccesibile.

7.4. Modificările de utilizare a terenurilor și apelor

Pentru a putea urmări, înțelege și utiliza pentru management efectiv uriașa complexitatea a schimbărilor mediului,

changes, one must integrate methods pertaining to landscape and waterscape. This is a very large issue *per se*. For the purpose of this introductory course, we chose to discuss about landuse / water use conflicts, and how to tackle them.

The approach developed recently at our Centre of Expertise for Sustainable Exploitation of Ecosystems (Ciomasu et al, 2008a), consists in using maps of landuses / water uses, and derive (from each identified use) the types of ecosystem goods and services of the current typology (De Groot *et al.*, 2002), and split them in two distinct classes: *conflictual vs conciliatory goods and services*. They are then integrated in a process of decision making for sustainability, based on scenarios of development of the study area (chapter 11.1). This tool serves to visualize and ordinate the sources and conflicts and the potential ways to solve the conflicts.

The process can continue in various directions depending on context, e.g. whether or not landuse changes cause some natural disasters (chapter 5). In order keep being efficient in complex contexts, you need no immense accumulation of information, but a method to make order out of chaos. Such methods only emerge by making various stakeholders communicate and see their common interests and their common risks.

trebuie integrate metode care țin de peisajele terestre și acvatice.

Acesta este un subiect mare *per se*. Pentru scopul acestui curs introductiv, alegem să discutăm despre conflictele de utilizare a terenurilor / apelor și despre metodele de rezolvare a acestora.

Abordarea dezvoltată recent la centrul nostru pentru exploatarea durabilă a ecosistemelor (Ciomașu et al, 2008a) constă în folosirea hărților de utilizare a terenurilor / apelor și derivarea (din fiecare utilizare identificată) a tipurilor cunoscute de bunuri și servicii ecosistemice (De Groot *et al.*, 2002) și împărțirea lor în două clase distincte: *bunuri și servicii conflictuale vs. conciliatorii*. Ele sunt apoi integrate în procesul de luare a deciziilor pentru sustenabilitate, pe baza scenariilor de dezvoltare în zona de studiu (capitolul 11.1). Acest instrument servește la vizualizarea și ordonarea surselor de conflict și a căilor potențiale de rezolvare.

Acest proces poate continua în diverse direcții, în funcție de context, e.g., dacă schimbările apărute în utilizarea terenurilor produc sau nu dezastre naturale (capitolul 5). Pentru a te menține eficient în contexte complexe, nu ai nevoie de o acumulare imensă de informație, ci de metode de a face ordine în haos. Astfel de metode devin vizibile făcând ca părțile interesate să comunice pentru a vedea interesele și riscurile comune.

8. Social and cultural perceptions on environment and socio-economic development

8.1. Social perception of science and of education; technosocial systems

Scientists in general, are often seen as living in an ivory tower, separated from the rest of the world. Ecologists in particular are notoriously not interested about the application of their scientific results. In the recent years, however, science become more and more involved in the world affairs, because the effects of ignoring scientific warnings become quite obvious with some extreme weather events like storms, floods, heat waves.

The front line of the scientists involvement with public and political decision making is the debate upon the climate changes and the emissions of greenhouse effect gases, notably CO₂. The Kyoto protocol, which entered into force, on 16 feb. 2005, imposes individual target reductions of the greenhouse gas emissions for the developed countries. These reductions have been negotiated mainly on the basis of each country's history of emissions (UNFCCC, 2005).

But given the marginal amount of reductions envisaged, the best value of the Kyoto protocol might not be reduction itself (e.g., Wigley, 1998), but *the international mobilization*.

In this sense, the first good of the protocol was that it made European countries launch in 2005 an innovative, pioneering *carbon-trading system – carbon market* (details in chapter 10.4) which allows mobility and efficiency in achieving the ratified targets (Lecocq, 2005; The Economist, 2005a,d).

8. Percepția socială și culturală a mediului și a dezvoltării socio-economice

8.1. Percepția socială a științei și educației; sisteme tehnosociale

Oamenii de știință în general sunt văzuți ca trăind într-un turn de fildeș, separați de restul lumii. Ecologii în particular nu prea se interesează de aplicațiile rezultatelor lor științifice. În ultimii ani, totuși, știința e devenit din ce în ce mai implicată în treburile lumii, pentru că efectele ignorării avertismentelor științifice au devenit destul de evidente odată cu evenimentele meteo extreme, precum furtuni, inundații, valuri de căldură.

Linia întâi a implicării științei în zona publică și a deciziilor este dezbaterea asupra schimbărilor climatice și a emisiilor de gaze cu efect de seră, mai ales CO₂. Protocolul de la Kyoto, care a intrat în vigoare pe 16 feb. 2005, impune ținte individuale de reducere a emisiilor de gaze cu efect de seră pentru țările dezvoltate. Aceste reduceri au fost negociate în primul rând pe baza istoricului emisiilor din fiecare țară (UNFCCC, 2005).

Dar, dată fiind cantitatea minoră de reduceri vizate, adevărata valoare a protocolului de la Kyoto nu este reducerea în sine (e.g., Wigley, 1998), ci *mobilizarea internațională*.

În acest sens, primul efect benefic al protocolului a fost că a determinat țările europene să lanseze în 2005 *un sistem de comerț al carbonului – piața carbonului* (vezi capitolul 10.4) care permite mobilitate și eficiență în atingerea țărilor angajate (Lecocq, 2005; The Economist, 2005a,d).

In this system, carbon credits can be sold and bought between countries.

Second, and perhaps even more pervasive, is the effect of *international spillover*: worldwide diffusion of novel developments in science, technology and policies (Grubb *et al.*, 2002). An interesting practice is for example the fact that IPCC reports, typically highly technical, have also a short version called *Summary for Decision Makers*.

Overall, climate change managed better to bring science to decision makers. This was not the case for biodiversity: e.g., *Millenium Ecosystem Assessments*, remained largely in the shadow. The main reason is probaby the peculiarity of having not so much to do with industries. Another is the fact that it is more difficult to market biodiversity than gas emissions. So now *the challenge is to create efficient Payment for Ecosystem Services tools*.

A recent study carried out by us in the Ciric river basin, north from Iasi, where we integrated environmental social and economic methods (Ciumasu *et al.*, 2008b), revealed that the environmental, social and economic problems of this peri-urban area is in general terms correctly perceived by the riverans. The respondents hold responsible for the situation both (local) authorities and the citizens themselves. As for the food produced by ecological means, *urban dwellers are more willing than rural dwellers to pay for the food produced by ecological agriculture*. Rural citizens might think that all their food is already 'clean' which is not always true.

În acest sistem, creditele de carbon pot fi vândute și cumpărate între țări.

În al doilea rând, și poate chiar mai întins, este efectul de *reverberație internațională*: difuziunea mondială a noilor progrese în tehnologie și politici (Grubb *et al.*, 2002). O practică interesantă este de exemplu faptul că rapoartele PISC, în esență foarte tehnice, au și o versiune scurtă numită *Rezumat pentru Decidenți*.

Per total, schimbările climatice au reușit să aducă știința la decidenți. Nu la fel se poate spune despre biodiversitate: e.g., *Evaluările Ecosistemice Millenium* au rămas în mare parte în umbră. Principala cauză pare a fi legătura slabă cu industria. O alta este faptul că este mult mai dificil să comercializezi biodiversitatea decât emisiile de gaz. *Marea provocare este crearea unor instrumente eficiente de plată pentru serviciile ecosistemice*.

Un studiu realizat recent de noi în bazinul râului Ciric, la nord de Iași, în care am integrat metode de mediu, sociale și economice (Ciumasu *et al.*, 2008b), a arătat că problemele de mediu, sociale și economice ale acestei zone peri-urbane sunt în general percepute corect de localnici. Respondenții consideră că responsabili pentru situație sunt atât autoritățile locale, cât și cetățenii înșiși. În ceea ce privește alimentele produse ecologic, *locuitorii orașelor sunt mai doriți decât locuitorii satelor să plătească pentru alimentele produse prin agricultura ecologică*. Cetățenii din zona rurală cred probabil că alimentele lor sunt deja 'curate', ceea ce nu este tocmai sigur.

The general attitude was optimistic. This might be helped by the fact that their knowledge upon nature and natural resources (according to our ethnobotanical investigations) is quite good, and because nature is also invested with social and cultural values.

However, good programs for education for sustainability would improve a lot the riverans' understanding upon the situation and upon the perspective. This will be necessary, either as formal or non-formal education, or both, to facilitate public involvement in the process of decision which is needed for choosing and applying the best development solutions for the area.

Such a process of decision making via involvement of all stakeholders is called governance. This should not be mistaken for governing, which is exclusively enforced by the power of the countries legislation and the individual responsibility of citizens in the face of these laws.

Instead, governance is the process of creating a platform for dialogue, trust, and finding the best solution for the best cumulative good for the local community. For governance, governing is only one component.

Atitudinea generală a fost optimistă. La acest lucru contribuie probabil și (1) o bună cunoaștere a naturii și a resurselor naturale (ceea ce rezultă din investigațiile etnobotanice), precum și (2) faptul că natura este investită cu valori sociale și culturale.

Niște programe bune de educație pentru sustenabilitate ar contribui mult la înțelegerea riveranilor asupra situației și asupra perspectivelor. Acest lucru va fi necesar, ca educație formală sau non-formală, sau ambele, pentru a facilita implicarea publică în procesul decizional care este necesar pentru alegerea și aplicarea celor mai bune soluții pentru dezvoltare în zonă.

Un astfel de proces decizional prin implicarea tuturor părților interesate se numește guvernanta. El nu trebuie confundat cu actul de guvernare, care se aplică prin definiție prin puterea legislației naționale și responsabilitatea individuală a cetățenilor în fața acestor legi.

În schimb, guvernanta este procesul de creare a unei platforme pentru dialog, încredere și găsirea celor mai bune soluții pentru binele comun al comunității locale. Guvernarea este doar o componentă a guvernantei.

9. Indicators of sustainability

9.1. Ecological indicators

Individual pollutants and combinations of pollutants affect primary producers (in the trophic chains) rather directly, usually by inhibiting photosynthesis. Then they affect consumers first indirectly by restrictions on the available food, and only later directly by toxic effects (Preston 2002). Toxicity assessments via biotests can identify such ecotoxicological differences. Therefore, they must be part of the set of ecological indices used in monitoring ecosystem health (Slijkerman *et al.* 2003). One observation must be made: results with monospecific ecotoxicological biotests cannot be extrapolated to entire ecosystems (Forbes *et al.* 2001). For ecosystems, some micro-/mezo-/macrocosm experimental testings must actually be applied.

Among the indices for water quality are (for a detailed review of indices one should refer to Spellerberg, 2005):

- *The Pantle & Buck Saprobic Index* (Pantle & Buck, 1955), indicating water quality in relation to the organic load. This is however considered for the moment not compatible with the WFD.
- *Species Richness* (Magurran, 2004), which is the number of species recorded in a sample of known size.
- *The Diatoms Descy Index* (Descy 1979, AFNOR, 2000), which uses diatoms to establish water quality.
- Indices for benthic invertebrates are: *Shannon-Wiener* (Spellerberg, 2005), *Pielou's Evenness Index* (Pielou, 1977), *McNaughton Dominance* (McNaughton 1968).

9. Indicatori ai sustenabilității

9.1. Indicatori ecologici

Poluanții individuali și combinațiile de poluanți afectează producătorii primari (în lanțurile trofice) mai ales direct, de obicei prin inhibarea fotosintezei. Pe urmă afectează consumatorii, mai întâi indirect, prin diminuarea hranei disponibile, și abia mai târziu în mod direct, prin efecte toxice (Preston, 2002). Evaluările toxicității via bioteste pot identifica astfel de diferențe ecotoxice. Ele trebuie să fie parte a setului de indici ecologici pentru monitorizarea sănătății ecosistemice (Slijkerman *et al.* 2003). O observație: rezultatele obținute cu bioteste monospecifice nu pot fi extrapolate la ecosisteme întregi (Forbes *et al.* 2001). Pentru ecosisteme, trebuie utilizate mai degrabă testări experimentale de tip micro-/mezo-/macro-cosm.

Printre indicii pentru calitatea apelor, sunt (pentru o sinteză detaliată se poate apela la Spellerberg, 2005):

- *Indicele Saprobic Pantle & Buck* (Pantle & Buck, 1955) – măsoară calitatea apei în raport cu încărcătura organică. Acest indice este momentan considerat incompatibil cu Directiva Apelor.
- *Bogăția în specii* (Magurran, 2004) este numărul de specii într-o probă de dimensiuni cunoscute.
- *Indicele Descy al Diatomeelor* (Descy 1979, AFNOR, 2000), folosește diatomeele.
- Indici cu nevertebratele benthice: *Shannon-Wiener* (Spellerberg, 2005), *Indicele Echitabilității lui Pielou* (Pielou, 1977), *Dominanța McNaughton* (McNaughton 1968).

9.2. Social indicators

Climate-driven changes risks contribute to widening health inequalities among humans (WHO, 2002; Epstein, 2005; Sunyer & Grimalt, 2006).

Vulnerability is currently deepening in underdeveloped countries and within disfavoured human populations and social categories. And the long-term consequences for the well-functioning of the society as a whole are hard to anticipate (IPCC-WGII, 2007).

An index for the social vulnerability to climate changes has been proposed by Vincent (2004), with vulnerability being understood both in terms of exposure to risks and social capacity to cope with risks. *The social vulnerability index (SVI)* makes special reference to African countries and results from a weighted averaging of five composite sub-indices:

- 20% the economic wellbeing and stability,
- 20% the demographic structure,
- 40% the institutional stability and strength of public infrastructure,
- 10% global interconnectivity,
- 10% natural resource dependence (notably water availability).

The main uses of SVI are to orientate efforts of capacity-building for adaptive management to the countries that are most in need, and to proceed to this in a structured, hence efficient, manner (Vincent, 2004; Adger & Vincent, 2005). For management purposes, SVI should be used in conjunction with appropriate indicators of bio-physical vulnerability, and with the human development index (HDI) of the United Nations Development Programme.

9.2. Indicatori sociali

Riscurile aduse de schimbările climatice contribuie la lărgirea inegalităților dintre oameni (WHO, 2002; Epstein, 2005; Sunyer & Grimalt, 2006).

Vulnerabilitatea se adâncește în țările subdezvoltate și în interiorul populațiilor umane și categoriilor sociale defavorizate. Iar consecințele pe termen lung ale bunei funcționări a societății ca întreg sunt greu de anticipat (IPCC-WGII, 2007).

Un index pentru vulnerabilitatea socială la schimbările climei a fost propus de Vincent (2004), în care vulnerabilitatea este înțeleasă ca expunere la riscuri și capacitate socială de a face față riscurilor. *Îndicele vulnerabilității sociale (IVS)* face referire specială la țările africane și rezultă din compunerea procentuală a cinci sub-indici (și ei compoziți):

- 20% bunăstarea economică și stabilitatea,
- 20% structura demografică,
- 40% stabilitatea instituțională și capacitatea infrastructurii publice,
- 10% interconectivitatea globală,
- 10% dependența de resursele naturale (mai ales de apă).

Principalele aplicații ale IVS sunt în orientarea eforturilor de dezvoltare a capacității de management adaptativ spre țările cele mai în nevoie și pentru structurarea, deci eficientizarea acțiunii (Vincent, 2004; Adger & Vincent, 2005). Pentru scopurile manageriale, SVI trebuie folosite în tandem cu indicatorii bio-fizici potriviți și cu indicele de dezvoltare umană (IDU) al Programului Națiunilor Unite pentru Dezvoltare.

Social dilemmas and fair adaptation to climate change are complex, and include the dynamic of *the vicious circle of underdevelopment and over-dependence of the local ecosystem resources for survival*.

In such contexts, general commitments are easy-to-take but responsibilities are ambiguous. Solutions proposed so far stress the need to *remove obstacles to fair participation* of the citizens in the planning and decision making on adaptation (Paavola & Adger, 2005).

But efficient participation needs also to be economically feasible and informed; which may be difficult to reach because of poverty and under-development. Thus, *any solution must begin with education*, particularly education upon environmental changes and sustainable development.

9.3. Economic indicators

Policy makers and managers must identify appropriate trade-offs between the costs and the benefits of protecting sensitive ecosystems.

For example, from an economic and financial perspective, ecosystems in river basins (notably forests) must be counted as water infrastructure, and valued using *cost-benefits balances* (Emerton & Bos, 2004).

Timber price usually does not include the removal of other forest benefits - the price much underestimated. Correct estimation should not only include the costs of wood extraction and transport, but also the costs of removing the other functions of the forest. A way to do so would be to include in the price of the timber also the costs of reconstruction needed after the floods that are to be

Dilemele sociale și adaptarea echitabilă la schimbările climatice sunt complexe și includ *dinamica cercului vicious de subdezvoltare și supradependență de resursele ecosistemice locale pentru supraviețuire*.

În astfel de context, angajamentele generale sunt ușor de luat, dar responsabilitățile sunt ambigue. Soluțiile propuse până acum accentuează nevoia de a îndepărta obstacolele din calea participării echitabile a cetățenilor la planificare și decizie (Paavola & Adger, 2005). Dar o participare eficientă are nevoie să fie și fezabilă economic, și informată; ceea ce poate fi dificil de realizat din cauza sărăciei și subdezvoltării. Astfel, orice soluție trebuie să înceapă cu educația, în special educația asupra schimbărilor de mediu și dezvoltării durabile.

9.3. Indicatori economici

Strategii și managerii trebuie să identifice compromisurile potrivite dintre costurile și beneficiile protecției ecosistemelor sensibile.

De exemplu, dintr-o perspectivă economică și financiară, ecosistemele din bazinele râurilor (mai ales pădurile) trebuie luate drept infrastructură pentru ape și valorizate cu ajutorul *balanțelor cost-beneficii* (Emerton & Bos, 2004). Prețul cherestei nu include de obicei distrugerea altor beneficii ale pădurii - prețul este mult subestimat. Estimarea corectă trebuie nu numai să includă costurile extragerii și transportului lemnului, ci și costurile distrugerii celorlalte funcții ale pădurii. O cale ar fi introducerea în costul cherestei și a costurilor de reconstrucție necesare după inundațiile care sunt de așteptat

expected thereafter. In economic terms, this is bringing *shadow prices* (which account for all values that a product has to society) into the light (Freeman, 1993; Gardiner *et al.*, 1995; Farber & Griner, 2000).

Once environmental aspects are taken into account, typical economical indicators apply, like GDP per capita and so on.

9.4. Synthetic indicators

The Environmental Degradation Index (EDI) (Jha & Bhanu Murthy, 2003) is based on calculations of a global EKC (GECK) out of common, separated EKC analyses.

The Environmental Sustainability Index (ESI) has been proposed by Daniel et al (2005), and ranks countries according to their performances in environmental stewardship. ESI is supported by a consortium lead by the Yale Center for Environmental Law and Policy of the Yale University. The ESI scores are calculated on the basis on five main components:

- The current health state of the country's natural systems,
- The level of anthropogenic stresses upon environment,
- The level of human and societal vulnerability to environmental disturbances affecting humans,
- The societal and institutional capacity to respond to environmental challenges,
- The capacity to address environmental issues internationally.

după tăiere. În termeni economici, aceasta înseamnă aducerea la lumină a *prețurilor din umbră* pe care un produs le are pentru o societate (Freeman, 1993; Gardiner *et al.*, 1995; Farber & Griner, 2000).

Odată aspectele de mediu luate în considerare, indicatorii economici tipici se aplică, precum PIB per capita, și așa mai departe.

9.4. Indicatori sintetici

Indicele Degradării Mediului (IDM) (Jha & Bhanu Murthy, 2003) se bazează pe calcularea CKM globale (CKMG) din mai multe analize CKM separate.

Indicele Sustenabilității Mediului (ISM) a fost propus de Daniel et al (2005) și clasifică țările după performanța lor în gospodărirea și ocrotirea mediului. ISM este sprijinit de un consorțiu condus de Centrul Yale pentru Legislație și Politici ale Mediului de la Universitatea Yale. Scorurile ISM sunt calculate folosind cinci componente principale:

- Starea actuală de sănătate a sistemelor naturale ale țării,
- Nivelul de stres antropogenic asupra mediului,
- Nivelul de vulnerabilitate umană și societală la perturbările mediului care pot afecta oamenii,
- Capacitatea societală și instituțională de a răspunde provocărilor mediului,
- Capacitatea de abordare a problemelor de mediu pe plan internațional.

No country scores particularly high on all the five components. This means that every country has much to learn from the experience of the others.

Another interesting pattern: the best scoring countries have strong natural endowment and low population density. So, those high values still need to be demonstrated in the future with bigger challenges, for example with future climate-related environmental changes.

The Ecological Footprint Index (EFI) measures the amount of natural resources needed by people (e.g., Wackernagel & Rees, 1996). This index is essential in linking economy to ecology, a good tool for introducing sustainability in business, because it proposes a financial valuation of ecosystem goods and services, which is actually equal to making economically understandable (and financially amenable) the concepts of natural capital and ecosystem goods and services. Each country must be aware of its vulnerability to the complex effects of environmental degradation.

Vulnerability explains why countries with the same level of exposure have different risks of death: they are different in *coping capacity / adaptive capacity*. Indicators of vulnerability are:

- *Economic – lack of reserves and poor assets,*
- *Social – weak social organisation and absence of mechanisms of social support,*
- *Technical – unsafe constructions and housing, and*
- *Environmental – fragility of the ecosystems.*

Nici o țară nu are scoruri foarte mari pe toate componentele. Aceasta înseamnă că fiecare țară are mult de învățat din experiența celorlalte.

Un alt pattern interesant: țările cu scorul cel mai mare au o bogată zestre naturală și o densitate mică a populației. Acele valori ridicate vor trebui deci demonstrate în viitor cu ocazia unor provocări majore, de exemplu cu ocazia schimbărilor legate de climă.

Indicele Amprentei Ecologice (IAE) măsoară cantitatea de resurse naturale necesare oamenilor (e.g., Wackernagel & Rees, 1996). Acest indice este esențial în legătura economiei cu ecologia, un bun instrument pentru introducerea sustenabilității în afaceri, deoarece propune o valorizare financiară a bunurilor și serviciilor ecosistemice, ceea ce face inteligibile din punct de vedere economic (și exprimabile financiar) conceptele de capital natural și bunuri și servicii ecosistemice. Fiecare țară trebuie să fie conștientă de propriile vulnerabilități în fața efectelor complexe ale degradării mediului.

Vulnerabilitatea explică de ce țări cu același nivel de expunere au riscuri diferite de decese: diferă capacitatea de a face față și de adaptare. Indicatori ai vulnerabilității sunt:

- Economici – lipsa rezervelor și capital deficitar,
- Sociali – organizare socială slabă și absența mecanismelor de suport social,
- Tehnic – construcții și locuințe nesigure și
- De mediu – fragilitatea ecosistemelor.

The Environmental Vulnerability Index (EVI) (Kaly *et al.*, 2004) does not explicitly take into calculation socio-economic parameters, but uses 50 different environmental indicators to estimate the degree of vulnerability of each country's environment in the face of natural and human hazards, on a scale of five steps:

- Resilient,
- At risk,
- Vulnerable,
- Highly vulnerable,
- Extremely vulnerable.

EVI is supported by a consortium lead by the South Pacific Applied Geoscience Commission (SOPAC) and the United Nations Environment Programme (UNEP).

The environmental indicators pertain to general issues like:

- Climate change,
- Exposure to natural disasters,
- Human health,
- Agriculture and fisheries,
- Water,
- Desertification,
- Biodiversity.

According to the results, from a total of 235 countries taken into account, to future shocks,

- 14 are resilient,
- 43 at risk,
- 81 vulnerable,
- 62 highly vulnerable, and
- 35 extremely vulnerable.

At a global level, beside geological and geographical aspects like rainfalls regime, volcanos, earthquakes and tsunami, some highest risks correspond to certain socio-economic categories:

Indicele Vulnerabilității Mediului (IVM) (Kaly *et al.*, 2004) nu ia în mod explicit în calcul aspectele socio-economice, dar folosește 50 de indicatori de mediu diferiți pentru a estima gradul de vulnerabilitate al mediului fiecărei țări în fața riscurilor naturale și umane, pe o scară care conține cinci trepte:

- Rezilient,
- Expus riscurilor,
- Vulnerabil,
- Foarte vulnerabil,
- Extrem de vulnerabil.

IVM este susținut de un consorțiu condus de Comisia de Geoștiințe Aplicate a Pacificului de Sud (CGAPS) și de Programul Națiunilor Unite pentru Dezvoltare (PNUD).

Indicatorii de mediu țin de probleme generale precum:

- Schimbarea climei,
- Expunerea la dezastre naturale,
- Sănătatea umană,
- Agricultură și pescuitul,
- Apa,
- Deșertificarea,
- Biodiversitatea.

Conform rezultatelor, dintr-un total de 235 de țări luate în calcul, la viitoare șocuri,

- 14 sunt reziliente,
- 43 sunt expuse riscului,
- 81 sunt vulnerabile,
- 62 sunt foarte vulnerabile și
- 35 sunt extrem de vulnerabile.

La nivel global, pe lângă aspectele geologice și geografice precum regimul precipitațiilor, vulcanii, cutremurile și tsunami, unele riscuri aparțin anumitor categorii socio-economice:

(Kaly *et al.*, 2004; SOPAC-UNEP-EVI, 2005).:

- SO₂,
- Mining,
- Population density,
- Conflict (often on exploitation of natural resources).

The Disaster Risk Index (DRI) refers exclusively to the risks of human life loss in various situations of medium- and large-scale disasters from earthquake, storms and floods. Mortality is here taken as a proxy for disaster risks.

RDI was constructed on the bases of historical data, from 1980 to 2000. It does not account for the risk of hazardous events *per se*, but is a combined expression of the physical exposure to extreme events and vulnerability.

This index is proposed by the Bureau for Crisis Prevention and Recovery (BCPR) of UNPD (BCPR, 2004).

If periodically updated, synthetic indicators can be used for the adaptive management of individual countries, and for the monitoring of sustainable development.

(Kaly *et al.*, 2004; SOPAC-UNEP-EVI, 2005).:

- SO₂,
- Minierit,
- Densitatea populației,
- Conflict (uneori asupra exploatării resurselor naturale).

Indicele Riscului de Dezastru (IRD) se referă exclusiv la riscurile de pierdere de vieți omenești în situații de dezastru la scară medie și mare din cutremure, furtuni și inundații. Aici, mortalitatea este o valoare proximală pentru riscul de dezastru. IRD a fost construit pe baza datelor istorice dintre 1980 și 2000. Nu ține cont de riscul în sine al evenimentului cauzator, dar este o expresie combinată a expunerii fizice la evenimentele extreme și vulnerabilitate.

Acest indice este propus de Biroul pentru Prevenirea Crizelor și Refacere (BPCR) al PNUD (BCPR, 2004).

Dacă sunt periodic aduși la zi, indicii sintetici pot fi folosiți pentru managementul adaptativ al fiecărei țări și pentru monitorizarea dezvoltării durabile.

10. Scenarios and models for implementing sustainable development
- 10.1. Scenarios of sustainable vs unsustainable development; future of humanity

The success of the current transition to sustainable development is conditioned by a key process which must happen: the switch of most economic investments from those unsustainable to sustainable technologies and practices. For this we have to demonstrate that sustainability creates prosperity (Feiler *et al.*, 2004).

Within the Central European context (the former socialist countries that are now the new members of the European Union), at our Centre of Expertise for Sustainable Exploitation of Ecosystems within UAIC, we have developed (and applied) a synthetic method to *transpose scientific research into scenario analysis*. This is done by integrating results of multi-disciplinary researches on ecological and social aspects in a given study area (Ciric River Basin) into a organised set of *scenarios of sustainable and of unsustainable development* (Ciumasu *et al.*, 2008a).

The method builds on the inclusion concept described in chapter 1, and by Giddings *et al.* (2002): economy is a subsystem of the society, which itself is a subsystem of the biosphere.

This means, in our approach we see economic indices as relevant (values acceptable or not) only within the values of the social indices, which in turn are only relevant within the values of ecological indices.

10. Scenarii și modele în implementarea dezvoltării sociale
- 10.1. Scenarii de dezvoltare durabilă vs nedurabilă; viitorul omenirii

Succesul tranziției către sustenabilitate este condiționat de anumite procese cheie care trebuie să se întâmple: comutarea majorității investițiilor economice de la tehnologiile și practice ne-sustenabile la cele sustenabile.

Pentru aceasta, trebuie să demonstrăm că sustenabilitatea creează prosperitate (Feiler *et al.*, 2004).

În contextul Central European (țările foste socialiste acum în Uniunea Europeană), la Centrul nostru de Expertiză pentru Exploatarea Durabilă a Ecosistemelor (din cadrul UAIC), am dezvoltat (și aplicat) o metodă sintetică de a *transpune cercetarea științifică în analize cu ajutorul scenariilor*. Acest lucru este făcut prin integrarea rezultatelor studiilor multi-disciplinare asupra aspectelor ecologice și sociale într-o zonă de studiu dată (bazinul râului Ciric) în cadrul unui set de scenarii de dezvoltare sustenabilă vs. ne-sustenabilă (Ciumașu *et al.*, 2008a).

Metoda se bazează pe conceptul de incluziune descris în capitolul 1 și de către Giddings *et al.* (2002): economia este un subsistem al societății, ea însăși un subsistem al biosferei.

Aceasta înseamnă că, în abordarea noastră, indicii economici sunt văzuți ca relevanți (valori acceptabile sau nu) numai în cadrul valorilor indicilor sociali, care la rândul lor sunt relevanți în cadrul valorilor indicilor ecologici.

The novelty of our approach is that we derive three *sustainability filters* – *ecological, social, economical*, and define scenarios accordingly (Fig. 8).

Noutatea abordării noastre stă în aceea că derivăm *filtre ale sustenabilității* – ecologic, social și economic, în funcție de care definim scenariile (Fig. 8).

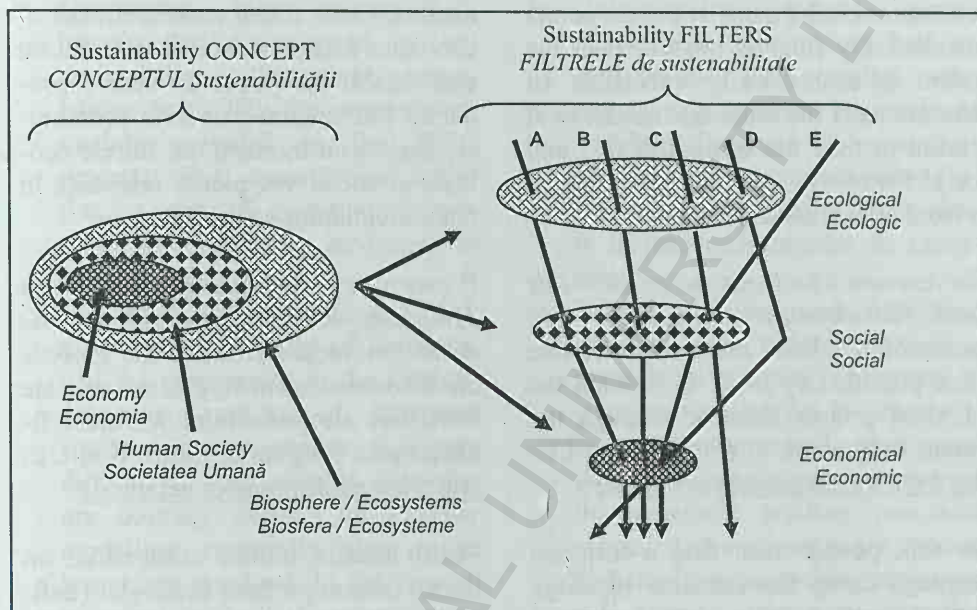


Fig. 8.

System of sustainability filters for decision making in scenario analyses. *Scenarios A and B* are sustainable because their decision making (arrow) pass through all three filters. *Scenarios C, D and E* are not sustainable because they miss at least one filter.

Sistem de filtre ale sustenabilității pentru luarea deciziilor în analizele pe bază de scenarii. *Scenariile A și B* sunt sustenabile - procesul de decizie corespunzător lor trece cu succes prin toate cele trei filtre. *Scenariile C, D și E* nu sunt sustenabile - ratează cel puțin un filtru.

Thus, a scenario type implementing true sustainable development (i.e. defined as *sustainable development scenario*) is the one where the decisional process takes into account all requirements in every sustainability filter (the arrows successfully passes through all three filters). When the decision taking misses one filter, than we have an *unsustainable development scenario*: it is not viable on long-term, i.e. sooner or lesser big problems will arise out of it.

Astfel, un tip de scenariu care cu adevărat face dezvoltare durabilă (i.e. definit drept *scenariu de dezvoltare durabilă*) este cel în care procesul decizional ia în considerare toate cerințele din fiecare filtru de sustenabilitate (săgeata parcurge cu succes toate cele trei filtre). Când decizia ratează unul din filtre, avem un scenariu de dezvoltare ne-sustenabilă: nu este viabil pe termen lung, i.e. sunt de așteptat noi și mari probleme.

We insist on the idea that also that the economic filter must be passed through. Once again we stress that sustainability is not only about nature protection or social protection, but also about the economic development. If the economic sustainability filter is missed, then the system is economically unfeasible (it does not meet the economic needs; so at a point in time the ecological or / and social filters will lose their relevance in front of economic difficulties.

The current challenge is to link this local development scenarios with scenarios of global human future, like those provided by IPCC or through the ALARM project financed through the Frame Programme 6 (FP6) of the EU:
<http://www.walarmproject.net.ufz.de>.

For this, people must find a common language using the scenario typology (definitions) known in the international literature. Accordingly (e.g., Rotmans *et al.*, 2000), we describe in the next paragraphs how our scenarios can fit in the local-global corroboration. Thus our scenarios are:

- *Forecasting (not backcasting)*, i.e., they explore future consequences of a sequences of assumptions.
- *Descriptive (not normative)*, i.e., a set of possible events irrespective of their (un)-desirability. Nevertheless, our developed scenarios can be understood *a posteriori*, and thus being to a certain extent *normative*: it is meant that the scenarios of sustainable development will be preferred in the decision-making process against the scenarios of unsustainable development.

Insistăm pe ideea că și filtrul economic trebuie parcurs cu succes. Subliniem încă o dată aici că sustenabilitatea nu înseamnă numai protecția naturii sau protecția socială, ci și dezvoltare economică. Dacă filtrul sustenabilității economice este ratat, atunci sistemul nu este fezabil din punct de vedere economic (nu satisface nevoile economice, deci la un moment dat filtrele ecologic și social vor pierde relevanța în fața dificultăților economice.

Provocarea prezentului este realizarea conexiunii dintre aceste scenarii de dezvoltare locală și scenariile globale ale viitorului omenirii, precum cele ale PISC sau ale proiectului ALARM finanțat prin Programul Cadru 6 al UE:
<http://www.walarmproject.net.ufz.de>.

Pentru aceasta, trebuie să identifice un limbaj comun pe baza tipologiei (definițiilor) scenariilor din literatura internațională. Astfel (e.g., Rotmans *et al.*, 2000), descriem în paragrafele următoare modul în care scenariile noastre pot fi integrate în coroborări locale-globale. Astfel, scenariile noastre sunt:

- *Previzionare (nu post-vizionare)*, i.e., ele explorează consecințe viitoare ale unei serii de prezumții.
- *Descriptive (nu normative)*, i.e., o serie de evenimente posibile indiferent de preferințe. Cu toate acestea, scenariile dezvoltate de noi pot fi înțelese *a posteriori* și astfel să fie într-o anumită măsură *normative*: scopul este ca scenariile de dezvoltare durabilă să fie preferate în procesul de luare a deciziilor în fața scenariilor de dezvoltare nedurabilă.

In this case, they will have to become normative in their details. Normative scenarios however, need to be constantly updated in relation new details and advances.

- *Qualitative* (not *quantitative*), because they are narrated, not yet derived by mathematical simulations (e.g., like the simulation models provided in the IPCC reports). But, quantitative issues (i.e., a sort of quantitative sub-scenarios) are being envisaged in our research projects.

We must at this point say that, given the complexity of the issue, and the complexity of the Central-European context of transition societies and economies, it is very difficult to find reliable data that are normally needed for realistic modelling, especially when social issues are involved. In the case of technical, ecological aspects, quantitative methods are more likely to succeed. Often the scenarios in the international literature use the *storylines* provided by IPCC-SRES (e.g., SRES, 2000; Martens & Rotmans, 2005; Faber *et al.*, 2007).

- *Expert-based* (i.e., they are not *participatory*), because they are elaborated by a groups of experts. Nevertheless there is no fundamental expert / participatory divide here, for two reasons. First, a social-perception survey was part of the study, where citizens had the possibility to propose options (Ciomasu *et al.*, 2008b). Second, scenarios developed here by experts are intended precisely to serve in a

În acest caz, ele vor trebui să devină normative în detalii. Scenariile normative, însă, au nevoie să fie permanent actualizate în funcție de noile detalii și progrese.

- *Calitative* (nu *cantitative*), pentru că ele sunt narate, deci încă nu sunt derivate prin simulări matematice (e.g., precum modelele de simulare furnizate în rapoartele PISC). Dar, aspecte cantitative (i.e. sub-scenarii cantitative) sunt vizate în proiectele noastre de cercetare.

Trebuie să spunem că, dată fiind complexitatea problemelor și a contextului Central European al tranziției societăților și economiilor, este foarte greu de găsit genul de date solide de care este nevoie în modelările realiste, mai ales atunci când sunt implicate aspecte sociale. În cazul problemelor ceva mai tehnice, ecologice, metodele cantitative au mai multe șanse de succes. Deseori, scenariile din literatura internațională folosesc *liniile narrative* ale PISC-SRES (e.g., SRES, 2000; Martens & Rotmans, 2005; Faber *et al.*, 2007).

- *Expert* (i.e., ele nu sunt *participatorii*), deoarece sunt elaborate în grup de experți. Totuși, nu există aici o divizare de fond expert / participatoriu, din două motive. Primul, o investigație asupra percepției sociale a fost realizată în cadrul studiului, în care cetățenii au propus opțiuni (Ciomașu *et al.*, 2008b). Al doilea, scenariile dezvoltate de experți au scopul precis de a servi la

future process of participatory decision making. In this process, the set of concrete, applicable scenarios will be defined as indicated by priorities derived from (1) scientific studies on peculiarities of the concerned area (e.g., it has better potential for tourism, agriculture) and (2) feed-backs from the social and economic actors, through what has been called *scenario workshops* (Street, 1997).

As a corollary to the expert-based characteristic, our scenarios must be understood also as *action-based* (Marchais-Roubelat & Roubelat, 2008), because they are meant for the chain of decision making. Our approach aims at being a reference for situational comprehension and a tool that can apply in the Central European and other world contexts.

- *Integrated*, because they are made coherent and consistent through a unifying concept from which the method is derived.

10.2. Study cases and personalities in the practice of sustainable development

This chapter is meant to provide basic orientation, starting points for the students in the international theory and practice of sustainability. It is not meant to comfort encyclopedic instincts.

Study cases are often linked with local phenomena or topics and with some personalities.

Interesting cases for the practice of sustainability are urban developments. For example, New York city council was confronted with poor quality of the

viitoare procese de luare a deciziilor în format participativ. În acest proces, scenariile aplicabile vor fi definite după cum indică prioritățile derivate din (1) studiile științifice asupra particularităților zonei avute în vedere (e.g., potențialul mai bun pentru turism, agricultură) și (2) reacțiile colectate de la actorii sociali și economici via așa-numitele *ateliere de scenarii* (Street, 1997).

Ca și corolar al particularităților expert, scenariile noastre trebuie să fie înțelese a fi *centrate pe acțiune* (Marchais-Roubelat & Roubelat, 2008), deoarece ele vizează lanțul procesului decizional. Abordarea noastră țintește să fie o referință pentru înțelegerea situației și un instrument aplicabil în context Central European și mondial.

- *Integrate*, deoarece sunt făcute coerente între ele via conceptul unificator din care această metodă a fost derivată.

10.2. Cazuri și personalități în implementarea dezvoltării durabile

Acest capitol este menit să asigure o orientare de bază, puncte de start pentru cei care studiază teoria și practica internațională. El nu este făcut pentru satisfacerea reflexelor enciclopedice. Studiile de caz sunt deseori legate de fenomene sau subiecte locale și de anumite personalități.

Cazuri utile pentru practica sustenabilității sunt în dezvoltarea orașelor. De exemplu, consiliul orașului New York s-a confruntat cu calitatea scăzută a

drinking water, due to the pesticides and other factors in the city hinterland. Instead of newly investing 4-6 billion dollars in water-filtration plants and 250 million dollars in their annual running costs, the authorities used 250 million dollars to buy land in order to effectively prevent development and 100 million dollars annually to minimize water pollution from agriculture and all other kinds of sources (The Economist, 2005d).

By definition, a city can only be sustainable together with the surrounding area. Sustainability in this case would involve organic interdependence between the city and the area: the city draws forces from the hinterland, and the area receives back the economic and social benefits advanced by the city.

Some pioneering projects are now being developed: entirely sustainable cities. One is *Dongtan* in China, on an island of 1/3 the size of Manhattan (the island part of New York), east from Shanghai. The first step of this project of *sustainable community* is planned to be finished in 2010, with 50,000 inhabitants. This *eco-city* will be entirely independent energetically and will use all currently available environmental technology and know-how. Priority is given to water capture and purification and waste recycling.

A similar city is being developed in the United Arab Emirates, near Abu Dhabi, called *Masdar City*, meant to be the first zero-carbon and zero-waste city in the world. Again, priority will be given to water and energy. The city is planned to be functional in 2012, with 50,000 inhabitants.

apei potabile, din cauza pesticidelor și a altor factori din zona peri-urbană.

În loc să investească 4-6 miliarde de dolari în instalații de filtrare a apelor și 250 de milioane de dolari în costurile de funcționare, autoritățile au folosit 250 de milioane pentru a cumpăra teren pentru a controla dezvoltarea lui și 100 de milioane anual pentru a minimiza poluarea apelor prin practicile agricole și alte tipuri de surse de poluare (The Economist, 2005d).

Prin definiție, orașul poate fi sustenabil numai împreună cu zona înconjurătoare. În acest caz, sustenabilitatea presupune o inter-dependență organică între oraș și zona respectivă: orașul își trage forțele din teritoriu, iar zona respectivă primește de la oraș o serie de beneficii economice și sociale promovate de oraș.

Unele proiecte pioniere sunt în curs de desfășurare: orașe total sustenabile. Unul este *Dongtan*, în China, pe o insulă de 1/3 mărimea Manhattan-ului (insula parte a New York-ului), la est de Shanghai. Primul pas în acest proiect de *comunitate sustenabilă* se va încheia în 2010, cu 50.000 de locuitori. Acest *eco-oraș* va fi în întregime independent energetic și va folosi toată tehnologia și expertiza de mediu la zi. Prioritate vor avea captarea și purificarea apei precum și reciclarea deșeurilor.

Un oraș similar este în curs de construcție în Emiratele Arabe Unite, lângă Abu Dhabi, numit *Masdar city*, și este plănuț a fi primul oraș tip zero-carbon și zero-deșeuri în lume. Și aici, prioritatea este acordată apei și energiei. Orașul este plănuț a deveni funcțional în 2012, tot cu 50,000 de locuitori.

A notorious case of conflictual use of natural resources was the decision of the European Union to support the business of biofuel (e.g. from corn or rape), despite warnings that this might restrain the production of food (without even significantly cutting the carbon emissions) – the *Biofuel Directive (2003/3/EC)*. What happened is that the price of food increased all over the world (given the globalized markets), and famine situations appeared in the poorest countries. Popular protest happened in Africa and Haiti. After that, at the beginning of 2008, the European Commission admitted that supporting biofuel was a mistake and that the case will be re-considered.

Another important study example, also related to the European Commission is fish capture. With the scientific reports on the table showing that fish stocks are being destroyed, meaning that all national fishing quotas must be reduced, negotiations resulted, surprisingly, in an overall increased fishing quotas. Even when the European Commission subsequently established reductions in fishing quotas, the decisions were not actually implemented. This is a case of complex conflictual situation on ecosystem uses. Currently, this problem is not being solved.

In Lake Victoria in Africa, introduction of an alien fish species (*Lates nilotica*), the entire ecosystem was destroyed, and along with it the human communities on the lake shore which were dependent on this water ecosystem. The fish collected here is exported by private firms, while local people starve and live in social dissolution.

Un caz celebru de utilizare conflictuală a resurselor naturale a fost decizia Uniunii Europene de a sprijini industria biocarburanților (e.g., din porumb sau rapiță), în ciuda avertismentelor că aceasta ar putea lovi în producția de alimente (fără ca emisiile de carbon să fie în mod semnificativ reduse) – *Directiva Biocarburanților (2003/3/EC)*. Urmarea a fost că prețul alimentelor a crescut peste tot în lume (datorită globalizării piețelor) și au apărut situații de foamete în țările cele mai sărace. Proteste populare au avut loc în Africa și Haiti. După aceea, la începutul lui 2008, Comisia Europeană a admis că sprijinirea biocarburanților a fost o greșală și că va reconsidera cazul.

Un alt exemplu didactic important, tot legat de Comisia Europeană, este captura de pește. Cu rapoartele științifice pe masă arătând că resursele piscicole sunt distruse, însemnând că toate cotele naționale de pescuit trebuie reduse, negocierile s-au sfârșit cu creșterea per ansamblu a cotelor. Ulterior, Comisia Europeană a stabilit reduceri ale cotelor, dar deciziile nu au fost aplicate în practică. Acesta este un caz de situație conflictuală complexă asupra utilizării ecosistemelor. Iar problema în sine nu este nici în prezent rezolvată.

În lacul Victoria din Africa, prin introducerea unei specii exotice de pește (*Lates nilotica*) întregul ecosistem a fost distrus și împreună cu el comunitățile umane de pe malul lacului, dependente de acest ecosistem acvatic. Peștele recoltat aici este exportat de firme private, în timp ce localnicii trăiesc în foamete și disoluție socială.

Solving this deeply intricate problem will require a very comprehensive approach – environmental, social and economic regeneration must be planned simultaneously.

The following example is from private companies. The almost pure CO₂ resulted as residue from oil refineries is usually released directly into the atmosphere. But it also can actually be valuable commodity for agriculture. An apparently risky but promising investment was done in the *OCAP project* (in Netherlands): the waste greenhouse gas is being transported through pipelines into the greenhouses of the agricultural producers in the area near the oil refinery (Stafford, 2006). Usually food producers usually pump CO₂ into greenhouses, because a higher concentration of CO₂ in the air (1) increases the biomass production, and (2) reduces heating expenditures.

In the end, some of the CO₂ in the greenhouse will be released into the atmosphere. But at least some of it has been captured in biomass.

By doing this trick, the refinery has turned its environmental problem into a resource. Its emission concerns (i.e., pollution taxes it had to pay) have been transformed in higher profit.

This is a memorable and inspiring example of turning a problem into an advantage by intelligent use of the available free-market mechanisms. The director of the gas supplier company would not like to disclose the revenue extracted from this project. But he clearly stated that they did it only because it made economic sense.

The take-home message from these cases is: *we need innovative thinking.*

Rezolvarea acestei probleme foarte întortocheate va cere o abordare foarte comprehensivă – regenerarea mediului, a societății și a economiei trebuie făcută în mod simultan.

Următorul exemplu vine din sectorul privat. CO₂-ul aproape pur rezultat din rafinarea petrolului este de obicei eliberat direct în atmosferă. Dar el poate fi o resursă valoroasă pentru agricultură. O investiție în aparență riscantă a fost făcută în cadrul *proiectului OCAP* (în Olanda): gazul efect de seră cu statut de reziduu este transportat prin conducte direct în serele producătorilor agricoli din zona din vecinătatea rafinării de petrol (Stafford, 2006). În mod obișnuit, producătorii de alimente pompează CO₂ în sere, deoarece o mai mare concentrație de CO₂ în aer (1) crește producția de biomasă și (2) reduce cheltuielile cu încălzirea.

În final, o parte din CO₂-ul din sere va fi eliberat în atmosferă. Dar măcar o parte din el a fost sechestrat în biomasa produsă în sere.

Prin această soluție ingenioasă, rafinăria a transformat o problemă de mediu într-o resursă. Problema emisiilor (i.e., taxele de poluare care trebuiau plătite) a fost convertită în spor la profit.

Acesta este un exemplu memorabil și sugestiv de convertire a unei probleme într-un avantaj prin utilizarea inteligentă a mecanismelor de piață existente. Directorul firmei furnizoare de gaz nu dezvăluie suma beneficiilor obținute prin acest proiect. Dar a afirmat că au implementat proiectul doar pentru că avea logică economică.

Învățătura cazurilor de mai sus este aceasta: *trebuie gândire inovatoare.*

One of the fathers of sustainability, himself a champion of innovative thinking of his generation is Prof. Nicolae (Nicholas) Georgescu-Roegen (1906, Constanta, Romania – 1994, Nashville, USA). He is an example of transdisciplinarity: he studied mathematics in Bucharest, has been awarded a PhD in statistics in Paris and decisively helped founding the fields *bioeconomics* and *ecological economics*. In his main book (1971) *The entropy law and economic process*, Cambridge, Harvard University Press, he introduced the idea that also *economy obeys the second law of thermodynamics*, and thus cannot grow larger than the natural systems.

He is highly celebrated within the field of ecological economics research. A prize bearing his name has been established by the professional International Society for Ecological Economics – ISEE, and was for the first time awarded at the 2008 congress of ISEE in Nairobi, Kenya.

Sustainable development is directly linked to the name of Mrs Gro Harlem Brundtland – the Brundtland report from 1987 of the World Commission on Environment and Development (see chapter 1). She is a medic and former Prime-Minister of Norway. She was director general of the World Health Organisation, and had an essential role in linking human health and economic welfare with environmental health.

Mrs Wangari Maathai (born in 1940 in Kenya) is a biologist who received the 2004 Nobel Prize for Peace, 'for her contribution to sustainable development, democracy and peace'. In 1977, she founded the *Green Belt Movement*,

Unul din conceptorii sustenabilității, el însuși un campion al gândirii inovatoare în generația sa, este Prof. Nicolae (Nicholas) Georgescu-Roegen (1906, Constanța, România – 1994, Nashville, SUA). El este un exemplu de transdisciplinaritate: a studiat matematica în București, a obținut doctoratul în statistică în Paris și a contribuit decisiv la întemeierea *bioeconomiei* și a *economiei ecologice*. În cartea sa principală, *Legea entropiei și procesul economic*, Cambridge, Harvard University Press, 1971, el a introdus ideea că și *economia se supune legii a doua a termodinamicii* și deci nu poate crește în afara sistemelor naturale.

Este o figură foarte respectată în domeniul economiei ecologice. Un premiu profesional purtând numele lui a fost stabilit de către Societatea Internațională pentru Economie Ecologică și a fost pentru prima dată acordat la congresul din 2008 al Societății, în Nairobi, Kenia.

Dezvoltarea durabilă este foarte strâns legată și de numele Dnei Gro Harlem Brundtland – raportul Brundtland din 1987 al Comisiei Mondiale pentru Mediu și Dezvoltare (vezi capitolul 1). Ea este medic și fostă Prim-Ministru a Norvegiei. Este directorul general al Organizației Mondiale a Sănătății și a avut un rol esențial în legarea sănătății și bunăstării umane de sănătatea mediului.

Dna Wangari Maathai (născută în 1940 în Kenia) este un biolog și a primit în 2004 Premiul Nobel pentru Pace, 'pentru contribuția sa la dezvoltarea durabilă, democrație și pace'. În 1977, a fondat *Mișcarea Cordonul Verde*,

an NGO that planted more than 40 million trees to fight soil erosion and desertification in Africa. She applies sustainability by linking environment, with economy and social issues related to poverty and women rights.

un ONG care a plantat peste 40 de milioane de copaci pentru a opri eroziunea solului și deșertificarea în Africa. Ea practică sustenabilitatea legând mediul cu economia și problemele sociale ale sărăciei și drepturile femeilor.

10.3. Roles of political currents, parties and NGOs in the transition to sustainability

10.3. Rolul curentelor și partidelor politice și al ONG-urilor în tranziția către sustenabilitate

Environmental protection is correctly served when is part of the governing programs of mainstream parties. 'Green' parties are not the best approach to promote sustainability for several reasons.

Protecția mediului este corect apărată atunci când este parte a programelor de guvernare a partidelor majore. Partidele 'verzi' nu sunt cea mai inspirată cale de a promova sustenabilitatea.

First, sustainability is not a matter of preference, but something necessary and individual parties have no legitimacy to claim whatever sort of authority upon the issue. By claiming the contrary, green parties produce more harm than good, because the compromise the idea the pretend to defend.

În primul rând, sustenabilitatea nu este o chestiune de preferință, ci ceva necesar, și nici un partid nu are dreptul moral de a pretinde vreun fel de autoritate asupra temei. Pretinzând contrariul, partidele verzi produc mai mult rău decât bine, deoarece compromit ideea pe care pretend că o apără.

Second, sustainability is based on facts and scientific proof, not on ideology and/or political *right vs left* options. Ideological invasion of the issue (be it by right or by left) is in fact an attempt to sequester the idea, and this will inevitably compromise the concept of sustainability in the eyes of many citizens.

În al doilea rând, sustenabilitatea se sprijină pe fapte și dovezi științifice, nu pe ideologii și/sau opțiuni *stânga vs dreapta*. Invazia ideologică (din orice parte) este de fapt o încercare de a sechestra ideea de sustenabilitate, și acest lucru nu poate duce decât la compromiterea ideii de sustenabilitate în ochii cetățenilor.

Third, green parties are positioned at the left, which means that they reject practical tools to achieve sustainability if these are seen as politically opposed. For example, green parties tend to reject the value of the free market, although market is an important tool in making sustainability possible.

În al treilea rând, partidele 'verzi' sunt de stânga și ele resping instrumentele practice ale sustenabilității dacă sunt văzute ca opuse din punct de vedere politic. De exemplu, ele tind să respingă valoarea pieței libere, deși piața este un instrument important pentru fezabilitatea sustenabilității.

10.4. Roles of globalization and markets in the transition to sustainability

Global aspects that have an influence on sustainability are:

- *The global market* consists in the fact that prices of resources depend on the global demand for resources (driven by economic development of nations) and the global offer of those resources.
- *The global communication system* consists in a circuit of interacting information on various scientific and technological advancement. This makes that a succesful technology is rapidly known and adopted across the World.
- *The global circulation of persons* means that in the current days easiness to get well informed about opportunities and the easiness to travel, talented people can migrate where there are beter oportunities for success and self-betterment. A firsts net result is *brain drain*, a loss for the countries of origin. But the reverse effect is beneficial: people may travel to become even higher qualified and then return home (*brain circulation*), or may collaborate at distance with people from inside the country of origin (*brain networking*) (Ciumasu, 2007b).

Modern economy is dependent on oil (The Economist, 2005b,c). Global economic growth determines a global increase in the demand for oil, but access to oil resources cannot increase much further because no new major oil fields are discovered, while the existing ones are more and more expensive to exploit.

10.4. Rolul globalizării și mecanismelor de piață în tranziția către sustenabilitate

Aspectele globale care au influență asupra sustenabilității sunt:

- *Piața mondială* constă în faptul că prețul resurselor depinde de cererea globală pentru resurse (condusă de dezvoltarea economică a națiunilor) și de oferta globală de astfel de resurse.
- *Sistemul de comunicare globală* constă într-un circuit interactiv al informațiilor pe teme legate de progresul științific și tehnologic. acesta face că o tehnologie de succes este rapid cunoscută și adoptată în toată lumea.
- *Circulația globală a persoanelor* înseamnă că, dată fiind ușurința de a se informa asupra oportunităților și de a călători, oamenii talentați pot migra acolo unde există pentru ei șanse mai bune de succes și perfecționare. Un prim rezultat net este *fuga creierelor*, o pierdere pentru țara de origine. Dar există și un efect opus, benefic: oamenii pot călători pentru a-și spori calificările și apoi se pot întoarce acasă (*circulația creierelor*), sau pot colabora la distanță cu țara de origine (*interconectarea creierelor*) (Ciumașu, 2007b).

Economia modernă este dependentă de petrol (The Economist, 2005b,c). Creșterea economică globală determină o creștere globală a cererii de petrol, dar accesul la petrol nu poate crește mai mult deoarece nu s-au descoperit noi zăcăminte majore, iar cele existente au costurile de exploatare în creștere.

At a rather constant global oil offer, the recent arrival into the Global market of China and other developing economies (most important being the countries from the BRIC group – Brazil, Russia, India, China) determined an uprise in the demand for oil, which determined an explosion of the oil price. Since 2001, the oil price more than tripled. Even with the current drop in oil prices due to the global economic crisis, the price is still high.

When the price of oil is low, there is little immediate incentive to search for, and switch on, alternative energy resources. Other energy sources are usually less cost-effective at the current stage of the Humanity's technological progress, and also newer to market, are more expensive to use in comparison with technologies based on oil.

However, oil prices make current oil-dependent technologies and economic activities to become more and more expensive. The chance of non-oil-based technologies will be when oil price will make them cheaper than oil-based ones. New and *cleaner* products and services may be chosen by the consumer – not so much because they are 'green', but because they will be what people usually look for: good and affordable (The Economist, 2005a,b).

National or local strategies for shifts to alternative resources and, in general for the transition to sustainability, must take into account that major advances may happen through innovations that are made possible by the global market, communication and circulation of goods, services and persons.

La o ofertă globală de petrol oarecum constantă, venirea recentă pe piața globală a Chinei și a altor țări în curs de dezvoltare (mai ales grupul BRIC – Brazilia, Rusia, India și China) a determinat o creștere accelerată a cererii de petrol, ceea ce a dus la o explozie a prețului petrolului – mai mult decât triplu din 2001. Chiar în condițiile scăderii actuale a prețului petrolului, datorat crizei mondiale, prețul este încă foarte ridicat.

Atunci când prețul petrolului este scăzut, există prea puțină motivație pentru a căuta surse alternative de energie. Alte surse sunt de obicei mai puțin eficiente ca preț, cel puțin la actualul stadiu de dezvoltare tehnologică, și în plus sunt noi pe piață. Astfel că acestea sunt mai scumpe de utilizat decât petrolul.

Totuși, prețul petrolului face ca actualele tehnologii dependente de petrol să fie din ce în ce mai scumpe. Șansa tehnologiilor care nu sunt bazate pe petrol va fi creșterea prețului petrolului până la punctul în care ele vor deveni mai ieftine. Produsele și serviciile noi și *curate* vor fi preferate de consumatori nu atât pentru că vor fi 'verzi', ci mai ales pentru că vor fi ceea ce caută oamenii: bun și abordabil ca preț (The Economist, 2005a,b).

Strategiile naționale și locale pentru comutarea pe resurse alternative și, în general, pentru tranziția la sustenabilitate trebuie să țină cont de progresele majore care apar prin inovațiile care sunt făcute posibile de piața mondială, comunicarea și circulația bunurilor, serviciilor și persoanelor.

11. Sustainable exploitation of ecosystems

11.1. Principles for a sustainable exploitation of ecosystems

The economy of the future must be based on renewable, carbon-neutral energies (i.e., not changing the atmospheric concentration of CO₂).

Natural resources must be seen as limited and used without compromising ecosystem integrity. In other words, we need a sustainable exploitation of ecosystems. For example, food must be produced via sustainable agriculture.

Socio-economic development must decouple from consumption and degradation of the environment. Alternatively, we must adopt a steady state economy, where economic growth need not be a goal per se (for details, check Czech & Daly, 2004).

Decisions affecting entire communities must be taken via governance, i.e. with stake holder's dialogue and, in general, with public involvement. This is how sustainable communities can work.

*According to current estimates, ca 1/2 of the Globe's land surface has been transformed by humanity (Vitousek *et al.*, 1997), and humans use 10 - 55% of the terrestrial photosynthesis products (Rojstaczer *et al.*, 2001). The next 40-50 years are probably the final period of rapid land use changes, notably agricultural expansion by conversion of natural ecosystems. These land use changes will be a main player of global environmental change, together with climate changes (Foley *et al.*, 2005).*

11. Exploatarea durabilă a ecosistemelor

11.1. Principii de exploatare durabilă a ecosistemelor

Economia viitorului trebuie să fie bazată pe energii regenerabile, neutre în raport cu carbonul (i.e., să nu afecteze concentrația atmosferică de CO₂).

Resursele naturale trebuie văzute ca limitate și utilizate fără a compromite integritatea ecosistemelor. Ne trebuie deci o exploatare durabilă a ecosistemelor. De exemplu, hrana trebuie produsă via agricultura sustenabilă.

Dezvoltarea socio-economică trebuie decuplată de consumul și degradarea mediului. Eventual, trebuie să adoptăm o economie constantă, în care creșterea economică nu trebuie să fie un scop în sine (pentru detalii, vezi Czech & Daly, 2004).

Deciziile care afectează comunități întregi trebuie luate prin guvernare, i.e., dialogul părților interesate și implicarea constantă a publicului. Numai așa pot funcționa comunitățile sustenabile.

*Conform estimărilor curente, cca. 1/2 din suprafața globului a fost transformată de umanitate (Vitousek *et al.*, 1997), oamenii utilizând 10 - 55% din producția fotosintetică terestră (Rojstaczer *et al.*, 2001). Următorii 40-50 de ani sunt probabil perioada finală a schimbărilor rapide a utilizării terenurilor, mai ales prin conversia ecosistemelor naturale la agricultură. Aceste modificări vor fi un principal factor al schimbărilor globale, alături de schimbările climatice (Foley *et al.*, 2005).*

Under increasing demands for biomass consumption of an increasing world population, with an increasing *per capita* income, the concept of sustainable agriculture is gaining ground, helped by science and technology (Doorman., 1999).

In general, the inclusion relationship between environmental, social and economic system (chapter 1) must be respected.

11.2. Practical recommendations for a sustainable exploitation of ecosystems

Sustainable exploitation of ecosystems can only rely on science – facts, not myths or dogma.

The role of science is to generate options as input for governance. Thus, the best tool is represented by scenario analyses – like those by IPCC, ALARM and our Ciric project.

Consequences of the global or of the local environmental changes are investigated with methods falling into the following interrelated categories:

- experiments,
- extrapolations,
- phenomenological models,
- population models based on the game-theory,
- expert opinion,
- outcome-driven modelling and scenarios.

As science and society progress in time, *adaptive management* is desirable. Reasons not to apply it, usually pertain to short-term economic and political logic, and must be avoided.

În condițiile cererii crescute de consum de biomasă într-o lume cu populație umană în creștere și cu venituri *per capita* în creștere, conceptul de agricultură sustenabilă câștigă teren, ajutat de știință și tehnologie (Doorman., 1999).

În general, relația de incluziune dintre sistemele naturale, sociale și economice (capitolul 1) trebuie să fie respectată.

11.2. Recomandări practice pentru exploatarea durabilă a ecosistemelor

Exploatarea durabilă a ecosistemelor se poate sprijini doar pe știință – fapte, nu mituri sau dogmă.

Rolul științei este să genereze opțiuni – input pentru guvernanta. Iar cel mai bun instrument este analiza pe bază de scenarii – precum cele ale PISC, ALARM și proiectul nostru pe Ciric.

Consecințele schimbărilor globale sau locale sunt investigate cu metode care aparțin uneia din următoarele categorii corelate:

- experimente,
- extrapolări,
- modele fenomenologice,
- modele populaționale bazate pe teoria jocurilor,
- opinii expert,
- modelări și scenarii bazate pe rezultate concrete.

Știința și societatea progresează, deci ne trebuie *management adaptativ*. Rațiunile pentru a nu-l aplica țin de obicei de logica economică și politică pe termen scurt și trebuie evitate.

The practice of sustainable development basically means that a human community (Cairns, 2004):

- protects and develops its natural capital,
- respects and preserves biodiversity,
- replaces purely industrial systems with hybrid, eco-industrial ones,
- adopts recyclable and biodegradable materials,
- monitors in an organized and systematic fashion the ecosystem integrity and health,
- carries out ecological reconstruction in the aftermath of environmental disasters,
- promotes a way of life that is compatible with the ecosphere dynamics.

Available information is often very incomplete (Sutherland, 2006). This is why the *Precaution Principle* (chapter 7.1) must prevail.

Any good *financial management* must take into consideration environmental risks. A good deal of initiatives in linking environmental and economic issues is being carried out by insurance companies – they are among the first economic actors to seek understanding of the risks brought by environmental changes (WCCDL, 2006).

Market mechanisms must be used in order to correctly gauge the value of ecosystems goods and services. However, there must be mechanisms that can check and correct the errors built in the nature of the market – like unexpected variations.

Practica dezvoltării durabile înseamnă în principiu că o comunitate umană (Cairns, 2004):

- protejează și dezvoltă capitalul natural,
- respectă, păstrează biodiversitatea,
- înlocuiește sistemele pur industriale cu cele hibride, eco-industriale,
- adoptă materiale reciclabile și biodegradabile,
- monitorizează organizat și sistematic integritatea și sănătatea ecosistemelor,
- desfășoară reconstrucția ecologică după ce dezastrele de mediu au avut loc,
- promovează un mod de viață care este compatibil cu dinamica ecosferei.

Informația la îndemână este deseori foarte incompletă (Sutherland, 2006). De aceea *Principiul Precauției* (capitolul 7.1) trebuie să aibă întâietate.

Orice management financiar trebuie să ia în considerare riscurile de mediu. O mare parte dintre inițiativele de conectare a aspectelor de mediu și economice aparțin companiilor de asigurări – ele sunt printre primii actori economici care caută să înțeleagă riscurile pe care le comportă schimbările de mediu (WCCDL, 2006).

Mecanismele de piață trebuie folosite din plin pentru a cuantifica valoarea bunurilor și serviciilor ecosistemice. Dar trebuie să existe mecanisme care să verifice și să corecteze erorile inerente naturii piețelor – precum variațiile neașteptate.

Economic competition must not be let become an obstacle in reducing environmental impact, e.g. carbon emissions. The common interest must be sought.

Signals exist, that the cost of reducing emissions might actually be much lower than the overall costs of not doing so (De Leo *et al.*, 2001; IPCC-WGIII, 2007; SR, 2007). The costs of pollution abatement need not have a big influence on production expenditures (e.g., Shadbegian & Gray, 2005).

The companies used to just oppose any initiative to cut carbon emissions, but nowadays they are more split, because many firms started to see good market opportunities and are interested to invest in the development of certain environmentally-friendly, technologies.

True, markets are volatile and the least performant carbon market mechanisms will be less effective, e.g. like with the carbon permits issued by the European Union's Emissions Trading Scheme (ETS) – at a point it rather helped the power companies without helping lower emissions. Why - because ETS has been designed for three years while companies need at least five to plan required investments (The Economist, 2006a). Another deficiency of the ETS system was an event of emission data leaking through the website of the European Commission, which provoked excessive volatility on the carbon market. All in all however, the system is technically working, being somehow similar to that which controls the SO₂ emissions in the USA (Schiermeier, 2006). At present, USA appear to be interested in having a carbon ETS-like system themselves.

Competiția economică nu trebuie lăsată să devină un obstacol în diminuarea impactului asupra mediului, e.g. emisiile de carbon. Trebuie urmărit interesul comun.

Există semnale, costurile de reducere a emisiilor ar putea să fie mult mai mici decât costurile de nereducere (De Leo *et al.*, 2001; IPCC-WGIII, 2007; SR, 2007). Costurile combaterii poluării nu au neapărat o mare influență asupra cheltuielilor de producție (e.g., Shadbegian & Gray, 2005).

Înainte vreme, companiile pur și simplu se opuneau oricărei inițiative de a tăia emisiile de carbon, dar în prezent sunt mai împărțite, deoarece multe au început să vadă oportunități pe piață și sunt interesate să investească în dezvoltarea anumitor tehnologii 'curate'.

Este adevărat, piețele sunt volatile iar cele mai slabe mecanisme de pe piața carbonului vor rata scopul, e.g., cazul permiselor de carbon emise prin Schema de Tranzacții ale Emisiilor (ETS) a Uniunii Europene – la un moment dat a ajutat companiile energetice fără a mai ajuta la scăderea emisiilor. De ce – pentru că ETS a fost concepută pentru trei ani iar firmele au nevoie de cel puțin cinci pentru a planifica investițiile cerute (The Economist, 2006a). O altă deficiență a ETS a fost o scăpare accidentală, pe internet, a informațiilor privind emisiile, ceea ce a provocat o volatilitate excesivă pe piața carbonului. Una peste alta, sistemul este totuși funcțional, fiind oarecum similar cu cel care controlează emisiile de SO₂ în SUA (Schiermeier, 2006). În prezent, SUA par a fi interesate în a avea ele însele un sistem precum ETS pentru carbon.

In countries where mandatory carbon-trading system does not exist yet, a similar market flaw is with the idea of *carbon offsetting*, i.e., a company may on a voluntary basis pay other company to emit less carbon dioxide on its behalf. This system though is immature, with no standards, and is often being diverted to other purposes, like image polishing of interested firms and persons (The Economist, 2006b).

Why do we need markets - because *people need financial incentives to act* (The Economist, 2005d). As market forces provide these incentives, it is just impossible to exclude market from finding solutions for sustainability. What can change and periodically be improved are market mechanisms (e.g., Manne & Richels, 2001).

În țări unde nu există un sistem obligatoriu de tranzacționare a carbonului, o eroare similară a piețelor este ideea de *mandatare pentru carbon*, i.e., o firmă poate, în mod voluntar, să plătească altă firmă să emită mai puțin carbon. Acest sistem este însă imatur, fără standarde, fiind deseori pervertit spre alte scopuri, precum lustruirea imaginii firmelor și persoanelor interesate (The Economist, 2006b).

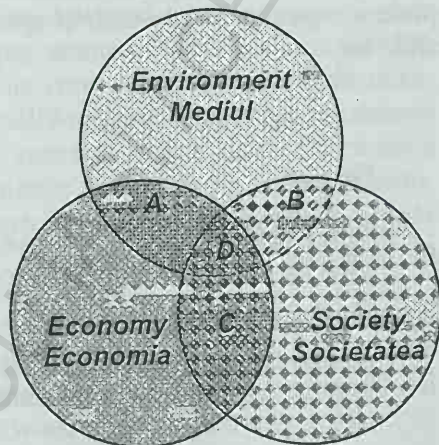
De ce avem nevoie de piață – pentru că *oamenii au nevoie de motivații financiare pentru a acționa* (The Economist, 2005d). Dinamica pieței reflectă aceste motivații, fiind pur și simplu imposibil a exclude piața din soluțiile pentru sustenabilitate. Dar mecanismele pieței se pot îmbunătăți periodic (e.g., Manne & Richels, 2001).

12. The transition to sustainability

12.1. Epistemological hurdles of the concept of sustainable development

An older and deeply wrong view upon sustainability is represented by the *overlapping circles relation between environment, society and economy*. According to it (Fig. 9), the three domains overlap two by two, and all three in the middle. While this type of representation can be useful for a didactic description of the types of interactions possible between the three, it is not representative for sustainability, despite many using it as it would. It should be abandoned. In any case, we can state by our recent experience that people in the International Society for Ecological Economics use the systemic, inclusion relation approach (chapter 1), and not this one.

Why it is wrong: because this type of overlapping implies that there exists domains of the economy which have nothing to do with society or/and the environment. There exist none.



12. Tranziția către sustenabilitate

12.1. Probleme epistemologice ale conceptului de dezvoltare durabilă

O viziune mai veche și profund eronată asupra sustenabilității este reprezentată de relația de cercuri suprapuse dintre mediu, societate și economie. Conform acesteia (Fig. 9), cele trei domenii se suprapun două câte două, și toate trei în mijloc. În timp ce acest tip de reprezentare poate fi folositor pentru descrieri didactice ale tipurilor de interacțiuni posibile între cele trei, nu este reprezentativă pentru sustenabilitate, chiar dacă o folosesc în acest scop. Ea trebuie abandonată. Oricum, putem spune pe baza experienței că membrii Societății Internaționale pentru Economie Ecologică folosesc abordarea descrisă prin relația de incluziune (capitolul 1), nu aceasta.

Ce este greșit: acest tip de suprapunere implică existența unor domenii din economie care nu au nimic a face cu societatea și/sau mediul. Realitatea însă este că aceste domenii nu există.

Fig. 9

A popular but inappropriate representation of the relation between economy, society and environment, in which correlations are bilateral (areas A, B, C), and trilateral (D).

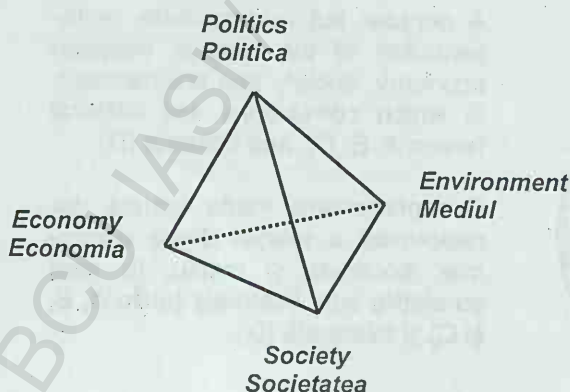
O reprezentare foarte uzuală dar nepotrivită a relației dintre economie, societate și mediu, în care corelațiile sunt bilaterale (ariile A, B, și C) și trilaterală (D).

In deed, this perception is at the origin of many unsustainable practices that are contributing to the critical situation which humanity is now facing globally or in local communities.

There are also other schemes, usually represented like tetrahedron (Fig. 10), with corner representing environment, society, economy, and politics (stressed out from among the social issues). Some other geometrical forms may be used to include even more corners (usually some socio-economic sectors technology). These schemes, however, are made only for limited purposes, e.g. mapping peculiar situations that the authors may want to work out. But again, they are not representing the concept of sustainability *per se*. If the authors pretend otherwise, they must be signaled there they are making a confusion between the sustainability concept (Giddings *et al.*, 2002, and ISEE studies) and a whatever relation aimed to describe a peculiar situation.

Many people (especially if they are not professionals) like complicated scheme because they look interesting.

For practical reasons, we should not spend much time with epistemological aspects, but with methods and their applications.



În fapt, această percepție este la originea multor practici nesustenabile care contribuie la situația critică cu care se confruntă acum comunitățile globale și locale.

Există și alte scheme, de obicei reprezentate ca tetraedru (Fig. 10), cu colțurile reprezentând mediul, societatea, economia și politica (delimitată dintre aspectele sociale). Și alte forme geometrice mai sunt folosite pentru a include și mai multe colțuri (i.e. de obicei alte sectoare socio-economice, de obicei tehnologia). Aceste scheme, totuși, sunt folosite pentru scopuri limitate, e.g., cartarea situațiilor particulare de interes pentru autori. Dar din nou, acestea nu reprezintă conceptul de sustenabilitate *per se*. Dacă autorii pretind contrariul, atunci trebuie să fie atenționați că fac o confuzie între conceptul de sustenabilitate (Giddings *et al.*, 2002, și studiile ISEE) și o relație particulară reprezentativă pentru situația care se dorește a fi descrisă.

Multor oameni (mai ales dacă nu sunt profesioniști) le plac schemele complicate doar pentru că arată interesant.

Pentru motive practice, nu trebuie consumat prea mult timp cu aspectele epistemologice, ci cu metodele și aplicațiile lor.

Fig. 10

Tetrahedron-like view upon the sustainability concept, which explicitly includes politics.

Viziunea tetraedrică asupra conceptului de sustenabilitate, incluzând explicit politica.

12.2. Social ethics of sustainable development

A social sistem is sustainable as long as internal tensions are kept minimum. This is directly linked with social justice, i.e. society insures the equality of chances for its individuals.

In this sense, a sustainable society, beside sustainable relationship with its support ecosystems, needs to ban any form of discrimination; be it in relation to race, culture, gender or based on the pure individual preferences.

It is also in the long-term interest of the economic stakeholders to have a functional and rich sources of human resources. Therefore, economic actors, e.g., private companies have a direct stake in helping maintaining a healthy and stable society.

Due to these desiderates, a new concept developed in the recent years with firms: *Corporate Social Responsibility* - CSR, which means that the firms assumes a series of responsibilities. For example, no products are manufactured using child labour or adult slavery.

At international level, consumers start to pay attention to inequalities inbeded in the current international trade rules. Socially-responsible companies observe the concept of *fair trade* ('commerce equitable' in French, also often known), which means that producers in a poor (i.e. weaker) country get a fair price on their exports.

The situation must be avoided where intermediary firms gain much more money than the people who actually did the work (agriculture, etc).

12.2. Etica socială a dezvoltării durabile

Un sistem social este sustenabil cât tensiunile interne sunt ținute la minim. Aceast lucru este direct legat de justiția socială, i.e., societatea asigură egalitatea șanselor pentru indivizi.

În acest sens, o societate sustenabilă, pe lângă o relație sustenabilă cu ecosistemele sale suport, are nevoie să interzică orice formă de discriminare, fie ea de rasă, culturală, gen sau pe baza preferințelor individuale.

Este și în interesul economic pe termen lung al părților interesate să existe o sursă funcțională și bogată de resurse umane. De aceea, actorii economici, e.g., firmele private, au un interes direct în a menține sănătatea și stabilitatea societății.

În raport cu aceste desiderate, s-a dezvoltat în ultimii ani în firme conceptul de *Responsabilitatea Socială a Firmelor* (RSF), care presupune ca firmele să-și asume o serie de responsabilități. De exemplu, nu se folosește munca copiiilor sau sclavagismul (adulți).

La nivel internațional, consumatorii încep să fie atenți la inegalitățile încorporate în actualele reguli ale comerțului mondial. Firmele responsabile social se raportează la conceptul de *comerț echitabil*, care înseamnă că producătorii din țările sărace (i.e. mai slabe) obțin un preț corect pentru exporturile lor.

Trebuie evitată situația în care firmele intermediare câștigă mult mai mulți bani decât oamenii care au făcut treaba propriu-zisă (agricultură etc).

12.3. Intergenerational ethics of sustainable development

At the heart of the sustainability lies, by definition, the idea that the generations of the present must act responsibly towards the future generation. In other words, we must make sure that our children will have at least the same amount of chances to fulfill their needs. Nature must be preserved. An African sayings goes that *We do not leave the Earth heritage to our children, but we borrow it from them.*

In general, traditional cultures incorporate the idea that resources must be cherished, e.g., as comprised in the sayings like "don't cut the branch you sit on", or "don't eat the seed wheat".

The continuity imperative is also found in the Christian belief that children will pay for their parents' mistakes, or in the Hindu theology that further evolution of the soul is conditioned by redemption of ones own mistakes. In the Romanian societal and political culture, the responsibility for the needs of the future generations is famously expression by the cult play reminiscent of Stephen the Great: "Moldova is not mine and it's also not yours, but it actually belongs to your descendant's descendents..." (Barbu Delavrancea, *Apus de Soare*).

As a negative counter-example, the Sumerian civilization disappeared as a consequence of overexploitation to destruction their support ecosystems – their children starved (Tainter, 1988).

The same happened during the early middle age with the Vikings in Greenland and Island, and the Anasazi people from the US southwest, or the contemporary human societies in Montana (USA) and Rwanda (Diamond, 2005).

12.3. Etica intergenerațională a dezvoltării durabile

În miezul sustenabilității este, prin definiție, ideea că generațiile prezente trebuie să acționeze responsabil față de generațiile viitoare. Cu alte cuvinte, trebuie să ne asigurăm că și copiii noștri vor avea cel puțin aceleași șanse de a-și satisface nevoile lor. Natura trebuie să fie protejată. Un proverb african spune că *Nu lăsăm Pământul moștenire copiilor noștri, ci îl împrumutăm de la ei.*

În general, culturile tradiționale încorporează ideea că trebuie avută grijă de resurse, e.g., precum în zicalele: "nu-ți tăia creanga de sub tine", sau "nu mânca grâul de sămânță".

Imperativul continuității este identificabil și în credința creștină conform căreia copii vor plăti pentru greșelile părinților, sau în teologia hindusă după care evoluția viitoare a sufletului este condiționată de propriile greșeli. În cultura societală și politică românească, responsabilitatea pentru nevoile generațiilor viitoare se regăsește în celebra expresie cultă atribuită lui Ștefan cel Mare: "Moldova nu-i a mea, și nici a voastră, ci a urmașilor urmașilor voștri" (Barbu Delavrancea, *Apus de Soare*).

Ca și contra-exemplu negativ, civilizația sumeriană a dispărut ca o consecință a supraexploatarei până la distrugere a ecosistemelor lor suport – copiii lor au suferit (Tainter, 1988).

Același lucru s-a întâmplat în timpul evului mediu timpuriu cu Vikingii din Groenlanda și Islanda, și populațiile anasazi din sud-estul SUA, sau societățile umane actuale din Montana (SUA) și Rwanda (Diamond, 2005).

In the same time, the present generation must bear respect for, and look after the older generations. The dialogue of the generations is essential for a healthy deliberative process on the basis of the perennial values of the society.

12.4. Public involvement on the decision-making for sustainable development

Let us take the example of flood disasters in Romania and in the rest of Europe. Flood risk management has at least three main stages (Todini, 1999; Kundzevich & Kaczmarek, 2000; Plate, 2002; Priest et al, 2005; SNMRI, 2005):

- *Minimizing the risk of disaster with a disaster protection system*
- *Getting prepared for the eventuality of a disaster before it happens*
- *Mitigating the effects of the disaster once it arrived*

While all these have an essential professional aspect, there are also many issues where public need have a say. For example, an important aspect of risk management is flood-insurance by citizens. When this insurance gets subsidized by governments, probably with the good intention to help in effects mitigation, it also has some perverse effects: it may encourage settlements of hazardous areas, and increase material losses due to flooding. Without such incentives, settlers may consider leaving permanently from the high risk areas. In certain situations however, there may exist not many options. There, sharing risk management between insurers and the state might be sustainable option for in high risk areas (e.g. Dahlstrom et al., 2003).

În același timp, generațiile prezente trebuie să poarte respect generațiilor anterioare și să aibă grijă de ele. Dialogul generațiilor este esențial pentru un proces deliberativ sănătos, pe baza valorilor perene ale societății.

12.4. Implicarea publicului în luarea deciziilor care privesc dezvoltarea durabilă

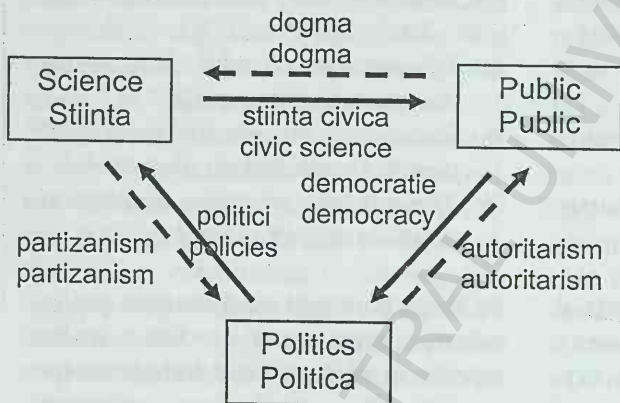
Să luăm exemplul dezastrelor provocate de inundații în România și restul Europei. Managementul riscului de inundații (Todini, 1999; Kundzevich & Kaczmarek, 2000; Plate, 2002; Priest et al., 2005; SNMRI, 2005):

- *Minimizarea riscului de dezastru via sisteme de protecție*
- *Realizarea pregătirii preventive pentru eventualitatea dezastrului*
- *Minimizarea efectelor dezastrului odată ce acesta a avut loc*

Pe lângă partea în mod esențial profesională a acestor etape, există și multe aspecte în care publicul trebuie să intervină. De exemplu, un important aspect al managementului riscului este asigurarea individuală de inundație. Atunci când asigurarea este subvenționată, deși probabil cu intenția bună de a ajuta la îndepărtarea efectelor, există și efecte perverse: poate încuraja stabilirea în zonele cu risc ridicat, și astfel să ducă la creșterea pierderilor materiale prin inundații. Fără aceste motivații, oamenii ar părăsi definitiv zonele cu risc ridicat. În anumite situații totuși, nu există prea multe opțiuni. În acest caz, împărțirea riscului între asiguratori și stat poate fi o soluție sustenabilă pentru zonele de risc (e.g. Dahlstrom et al., 2003).

In addition, investors might find incentives and paths to contribute to flood recoveries, especially in poor countries which do not afford paying for disaster prevention (Kunreuther & Linnerooth-Bayer, 2003).

Whether the situation belongs to the first case or to the second must be understood in a process of dialogue between public, authorities, and those who provide the knowledge – the scientists. All three must assume responsibilities, in a triangle of democracy and sustainability (Ciomasu, 2007a; Fig. 11).



Particularly in countries with a history of centralized administration (e.g. in the former socialist countries in Europe), people tend to only look for help from government rather than trying to help themselves (e.g. Nunes Correia *et al.*, 1998; McDaniels, 1999; Vari, A., 2002). Naturally, we should expect that integration of these countries into the E.U., will contribute to emancipation, making people more responsible: *local governance, via the implementation of the Subsidiarity Principle of the E.U.*,

În plus, investitorii pot identifica motivații și căi prin care să contribuie la refacerea după inundație, mai ales în țările sărace (nu-și permit să plătească pentru prevenirea dezastrelor) (Kunreuther & Linnerooth-Bayer, 2003).

Pentru a înțelege în care caz este o situație dată, este nevoie de un dialog între public, autorități și cei care furnizează cunoașterea – oamenii de știință. Toate trei categoriile trebuie să-și asume responsabilități, într-un triunghi al democrației și sustenabilității (Ciomașu, 2007a; Fig. 11).

Fig. 11

Possible types of inter-relations between science, public and politics. The continuous arrow represents the sustainable way. The interrupted arrow represents the unsustainable way.

Posibile tipuri de inter-relații dintre știință, public și politică. Săgeata întreagă reprezintă calea sustenabilă. Săgeata întreruptă reprezintă calea ne-sustenabilă.

În special în țările cu o istorie a administrației centralizate (e.g. în țările Europene foste socialiste), oamenii au tendința să aștepte numai ajutor de la guvern în loc să încerce să se ajute singuri (e.g. Nunes Correia *et al.*, 1998; McDaniels, 1999; Vari, A., 2002). În mod natural, este de așteptat că integrarea acestor țări în U.E. va contribui la emancipare, făcându-i pe oameni mai responsabili: *guvernarea locală, via implementarea Principiului Subsidiarității al U.E.*,

which states that *what the lesser entity can do adequately should not be done by the greater entity unless it can do it better*. In short, this means that any measure that can be taken locally should be taken locally (Duda & El-Ashry, 2000). The contrary will compromise management's operability, efficiency and costs.

On long term, nothing can be done without the involvement of the local people in a fair and inclusive manner. But the concept of sustainable management of natural resources is recent and it challenges many old cultural habits. It is, therefore necessary to carry out basic education for sustainability through all age groups, individual education levels, and professions.

12.5. Institutional mechanisms and policies in the transition to sustainability

Developing countries appear to be stuck in a vicious cycle of poverty and deficient nature management: economic development in lower income economies is accompanied by extensive overuse of natural resources (Barbier, 2005). Adoption and implementation of sustainability plans are a most difficult problem in developing countries due to *lack of financial and institutional resources* (Loucks, 2000) and also due to the conflict in interests of different stakeholders (Gurjar, 2003).

Particularly developing countries have an interest to demand investors proceed to long term planning. The interested countries should develop incentives for investors to make such long term investments.

care afirmă că *ceea ce entitatea inferioară poate face în mod adecvat nu trebuie făcut de entitatea superioară decât dacă o face mai bine*. Pe scurt, aceasta înseamnă că o măsură care poate fi luată local trebuie luată local (Duda & El-Ashry, 2000). Contrariul va compromite operabilitatea managerială, eficiența și costurile.

Pe termen lung, nimic nu se poate face fără implicarea localnicilor într-o manieră echitabilă și inclusivă. Dar conceptul de management durabil al resurselor naturale este recent și se opune multor obiceiuri din culturile locale. De aceea este necesară realizarea unei educații pentru sustenabilitate la toate grupele de vârstă, nivelele de educație individuală, și profesiile.

12.5. Mecanisme instituționale și politici pentru implementarea sustenabilității

Țările în curs de dezvoltare par blocate într-un cerc vicios al sărăciei și managementului deficitar al naturii: dezvoltarea economică în țările cu venituri mici este însoțită de supra-exploatarea resurselor naturale (Barbier, 2005). Adoptarea și implementarea planurilor de sustenabilitate sunt o problemă dificilă în țările în curs de dezvoltare prin lipsa resurselor financiare și instituționale (Loucks, 2000), dar și din cauza conflictelor de interese ale diverselor părți interesate (Gurjar, 2003).

Mai ales țările în curs de dezvoltare au un interes în a cere investitorilor să vină cu planificare pe termen lung. Țările în cauză trebuie să conceapă motivații pentru ca investitorii să facă astfel de investiții pe termen lung.

12.6. The role of youth's education in the transition to sustainability

In order to help actions in the field of environmental education and public awareness pertaining to environmental issues, the United Nations declared the period 2005-2014 *the Decade of Education for Sustainable Development*.

As the youth, the next generation, is currently directly concerned by the WCED definition of sustainable development, youth must be targeted as the main driving force in the transition to sustainability. The topic is addressed in-depth in other specialty lectures.

12.7. The role of adults's education in the transition to sustainability

A global culture of sustainability must be developed in the public opinion on the bases on an *ecological literacy* (Orr, 1992; Oskamp, 2000). This new literacy must create in the public efficient knowledge systems capable of mobilizing science and technology for the specific purposes of sustainable development (Cash *et al.*, 2003).

From a scientist point of view, ecological literacy and better public involvement in environmental issues would correspond to what has been called as *a new social contract* for science and scientists (Lubchenco, 1998): the contract for sustainable development.

For this, efficient programs of education for sustainable development must be developed and applied by means of integrating science and public interests and welfare, as well as updating political identities, relationships and institutions (McMichael *et al.*, 2003; Miller, 2005).

12.6. Rolul educației tinerilor în tranziția către sustenabilitate

Pentru a sprijini acțiunile în domeniul educației de mediu și conștientizarea publică a problemelor de mediu, Organizația Națiunilor Unite a declarat perioada 2005-2014 drept *Decada Educației pentru Dezvoltare Durabilă*.

Deoarece tineretul, generația viitoare, este în prezent direct interesată de definiția WCED a dezvoltării durabile, tineretul trebuie considerat o principală forță motrice în tranziția către sustenabilitate. Subiectul este tratat în profunzime de alte cursuri de specialitate.

12.7. Rolul educației adulților în tranziția către sustenabilitate

O cultură globală a sustenabilității trebuie să fie dezvoltată în opinia publică pe baza unei *alfabetizări ecologice* (Orr, 1992; Oskamp, 2000). Această nouă alfabetizare trebuie să creeze la nivelul publicului un sistem eficient de cunoaștere, capabil să mobilizeze știința și tehnologia pentru scopurile specifice sustenabilității (Cash *et al.*, 2003). Din perspectiva omului de știință, alfabetizarea ecologică și o mai bună implicarea a publicului corespunde în fapt la ceea ce a fost numit *un nou contract social* pentru știință și omul de știință (Lubchenco, 1998): contractul pentru dezvoltarea durabilă.

Pentru aceasta, programe eficiente de educație pentru dezvoltare durabilă trebuie dezvoltate și aplicate prin integrarea științei și a interesului și bunăstării publice, via actualizarea identităților, relațiilor și instituțiilor politice (McMichael *et al.*, 2003; Miller, 2005).

A good guide in research, management and education for sustainability is Agenda 21, of the United Nations. It details and integrates all ecological, social and economic aspects of sustainability (UN Agenda 21). It is organized in four sections, addressing (1) social and economic dimensions, (2) issues related to the conservation and the management of resources for development, (3) the role of major social groups, and (4) means of implementation.

Here is a practical summary of the issues that are essential for an education for sustainable development:

- Integrating environment and development in decision making,
- Protection of the atmosphere,
- Integration of planning and land resources management,
- Combating deforestation (and promoting afforestation in deforested and degraded areas),
- Priority special management for fragile ecosystems: combating desertification and drought,
- Priority special management for fragile ecosystems: sustainable development of the mountain area,
- Promoting sustainable patterns of agriculture and rural development,
- Conserving biological diversity (that is not only "star" species, but with an accent on entire-ecosystem phenomena like pollution, key-species and community ecology),
- Environmentally sound management of biotechnology,
- Protection of the seas, and of their living resources (for example the capacity of oceans to function as sink for the atmospheric CO₂),

Un bun ghid pentru cercetare, management și educația pentru sustenabilitate este Agenda 21 a Națiunilor Unite. Ea detaliază și integrează toate aspectele ecologice, sociale și economice ale sustenabilității (UN Agenda 21). Este organizată în patru secțiuni care tratează (1) dimensiunile sociale și economice, (2) probleme legate de conservarea și gospodărirea resurselor pentru dezvoltare, (3) rolul grupurilor sociale majore, și (4) mijloace de implementare.

Iată un rezumat practic al aspectelor esențiale pentru educația pentru dezvoltare durabilă:

- Integrarea mediului și a dezvoltării în procesul de decizie,
- Protecția atmosferei,
- Integrarea planificării și managementului resurselor terestre,
- Combaterea despăduririlor (și promovarea împăduririlor în zonele despădurite sau degradate),
- Management special prioritar pentru ecosistemele fragile: combaterea deșertificării și a uscăciunii,
- Management special prioritar pentru ecosistemele fragile: dezvoltarea durabilă a zonelor montane,
- Promovarea conceptelor de agricultură sustenabilă și dezvoltare rurală,
- Conservarea diversității biologice (adică nu numai speciile "vedetă", ci cu accent pe fenomene la scara ecosistemelor precum poluare, specii-cheie și ecologia comunităților),
- Managementul sănătos al biotehnologiilor în raport cu mediul,
- Protecția mărilor și a resurselor lor vii (de exemplu, capacitatea oceanelor de a funcționa ca diminuator al concentrației CO₂-lui atmosferic),

- Protection of the quality and supply of freshwater resources: integrated management,
- Environmentally sound management of toxic chemicals, including the international circuit of dangerous products,
- Changing consumption patterns,
- Demographic long-term dynamics (its sustainability),
- Promotion and protection of the conditions required for good human health,
- Promoting sustainable human settlement (for example preventing human settlements in areas with high flood risk),
- Environmentally sound management of hazardous wastes, solid wastes, sewage relate issues, and radioactive wastes,
- International cooperation în order to speed up sustainable development in developing countries,
- Equitable development,
- Fighting poverty,
- Increasing the international focus of issues related to woman, child, and youth,
- Recognizing and strengthening the role of indigenous people and their communities,
- The role of non-governmental organizations,
- The role of local authorities in finding and implementing measures towards sustainable development,
- The role of scientists and scieentific and technological commu-nities,
- The role of business and industry,
- The role of the workers and their trade unions,
- Protejarea calității și volumelor disponibile de apă dulce: management integrat,
- Managementul sănătos al chimicalelor toxice în raport cu mediul, inclusiv circuitul internațional al produselor periculoase,
- Schimbarea schemelor de consum,
- Dinamica demografică pe termen lung (sustenabilitatea ei),
- Promovarea și protejarea condițiilor necesare pentru o bună sănătate a omului,
- Promovarea sustenabilității așezărilor umane (de exemplu, descurajarea așezării în zone cu risc mare de inundație),
- Managementul sănătos al deșeurilor periculoase, solide, radioactive și al deversărilor domestice, în raport cu mediul,
- Cooperarea internațională pentru accelerarea dezvoltării durabile în țările în curs de dezvoltare,
- Dezvoltarea echitabilă,
- Combaterea sărăciei,
- Creșterea efortului internațional în problemele femeilor, copiilor și tinerilor,
- Recunoașterea și consolidarea rolului populațiilor indigene și a comunităților lor,
- Rolul organizațiilor ne-guvernamentale,
- Rolul autorităților locale în identificarea și aplicarea măsurilor în direcția dezvoltării durabile,
- Rolul oamenilor de știință și al comunităților științifice și tehnologice,
- Rolul afacerilor și industriilor,
- Rolul muncitorilor și al sindicatelor lor,

- The role of farmers,
 - Financial resource and mechanisms for implementing sustainable development,
 - Transfer of environmentally sound technology, cooperation and capacity building,
 - Development of science in general, in order to promote a knowledge based development,
 - Promoting the science of sustainable development,
 - Insuring the functional continuity between national and international mechanisms, arrangements and instruments for capacity building and cooperation,
 - Insuring the necessary information for decision making,
 - Promoting education, public awareness and training.
- Rolul fermierilor,
 - Resurse financiare și mecanisme pentru implementarea dezvoltării durabile,
 - Transferul tehnologiilor sănătoase în raport cu mediul, cooperarea și dezvoltarea capacităților,
 - Dezvoltarea științei în general, pentru promovarea dezvoltării bazate pe cunoaștere,
 - Promovarea științei dezvoltării durabile,
 - Asigurarea continuității funcționale dintre mecanismele naționale și internaționale, aranjamentele și instrumentele pentru creșterea capacităților și a cooperării,
 - Asigurarea informației necesare pentru luarea deciziilor,
 - Promovarea educației, conștientizarea și formarea publicului.

PART II: PRACTICE – CASE STUDIES

This is a list with subjects meant to orientate the practical work of the students:

13. The concept of sustainable development – humankind and nature
14. Socio-economic development and environmental degradation
15. Rational valuation and use of ecosystem resources
16. Pollution of atmosphere, lithosphere, hydrosphere and biosphere
17. Natural catastrophies and risks
18. The relation between human and nature health
19. Environmental sciences and technologies
20. Social and cultural perception of the environment
21. Indicators of sustainability
22. Sustainability scenarios, models and case studies
23. Sustainable exploitation of ecosystems
24. Transition to sustainability – decision-making, management and education

PARTEA a II-a: PRACTICA – STUDII DE CAZ

Aceasta este o listă cu subiecte menite să orienteze activitatea practică a studenților:

13. Conceptul de dezvoltare durabilă – omul și natura
14. Dezvoltarea socio-economică și degradarea mediului înconjurător
15. Valorificarea rațională a resurselor ecosistemelor
16. Poluarea atmosferei, litosferei, hidrosferei și biosferei
17. Catastrofe naturale și riscuri
18. Relația dintre sănătatea mediului și sănătatea umană
19. Științe și tehnologii de mediu
20. Percepția socială și culturală a mediului
21. Indicatori ai sustenabilității
22. Scenarii, modele și studii de caz în dezvoltarea durabilă
23. Exploatarea durabilă a ecosistemelor
24. Tranziția către sustenabilitate – decizie, management și educație

References / Referințe

- Abrahamsen, G., 1983. Effects of lime and artificial acid rain on the enchytraeid (Oligochaeta) fauna in coniferous forest. *Holarctic Ecology* 6(3): 247-254.
- Adger, W.N., Vincent, K., 2005. Uncertainty in adaptive capacity. *Comptes Rendus Geosciences* 337: 399-410.
- Adriaens, P., Goovaerts, P., Skerlos, S., Edwards, E., Egli, T., 2003. Intelligent infrastructure for sustainable potable water: a roundtable for emerging transnational research and technology development needs. *Biotechnology Advances* 22, 119-134 (2003).
- Aerts, R., Cornelissen, J.H.C., Dorrepaal, E., Van Logtestijn, R.S.P., 2004. Effects of experimentally imposed climate scenarios on flowering phenology and flower production of subarctic bog species. *Global Change Biology* 10: 1599-1609.
- Aerts, R., 2006. The freezer defrosting: global warming and litter decomposition rates in cold biomes. *Journal of Ecology* 94: 713-724.
- AFNOR, 2000. Norme française NF T 90-354. Qualité de l'eau. Détermination de l'Indice Biologique Diatomée (IBD).
- Allan, J.D., 2004. Landscapes and riverscapes: the influence of land use on stream ecosystems. *Annual Review of Ecology and Systematics* 35: 257-284.
- Andreassian, V., 2004. Waters and forests: from historical controversy to scientific debate. *Journal of Hydrology* 291: 1-27.
- Armstrong, D.P., 2005. Integrating the metapopulation and habitat paradigms for understanding broad-scale declines of species. *Conservation Biology* 19(5): 1402-1410.
- Arrow, K., Daily, G., Dasgupta, P., Levin, S., Maler, K.-G., Maskin, E., Starrett, D., Sterner, T., Tietenberg, T., 2000. Managing ecosystem resources. *Environmental Science and Technology* 34: 1401-1046.
- Barbier, E.B., 2005. *Natural resources and economic development*. Cambridge University Press. 409 pages.
- Barreto, P., C. Souza Jr., R. Noguerón, A. Anderson & R. Salomao (in collaboration with J. Wiles), 2006. *Research Report: Human Pressure on the Brazilian Amazon Forests*. World Resources Institute. ISBN: 1-56973-605-7. URL: http://pubs.wri.org/pubs_description.cfm?PubID=3869
- Barrett, J., Simmons, C., 2003. *An ecological footprint of the UK: providing a tool to measure the sustainability of local authorities*. Report of the Stockholm Environment Institute, Stockholm, Sweden.
<http://www.york.ac.uk/inst/sei/odpm/ODPM%20Main%20Report.pdf>
- BCPR, 2004. Reducing Disaster Risk, A challenge for Development, A global report. United Nations Development Programme (UNDP), Bureau for Disaster Risk and Recovery, pp 146.
http://www.undp.org/bcpr/disred/documents/publications/rdr/english/rdr_english.pdf

- Beier, P., Noss, R.F., 1998. Do habitat corridors provide connectivity? *Conservation Biology* 12(6): 1241-1252.
- Bengtsson, J., 1998. Which species? What kind of diversity? Which ecosystem function? Some problems in studies of relation between biodiversity and ecosystem function. *Applied Soil Ecology* 315: 1-9.
- Bergkvist, B., Folkesson, L., Berggren, D., 1989. Fluxes of Cu, Zn, Pb, Cd, Cr, and Ni in temperate forest ecosystems. A literature review. *Water, Air and Soil Pollution* 47(3-4): 217-286.
- Blum, J.D., Klaue, A., Nezat, C.A., Driscoll, C.T., Johnson, C.E., Siccama, T.G., Eager, C., Fahey, T.J., Likens, G.E., 2002. Mycorrhizal weathering of apatite as an important calcium source in base-poor forest ecosystems. *Nature* 417: 729-731.
- Bobbink, R., Homung, M., Roelofs, J.G.M., 1998. The effects of air-born nitrogen pollutants on species diversity in natural and semi-natural European vegetation. *Journal of Ecology* 86(5): 717-738.
- Borrvall, C., Ebenman, B., Jonsson, T., 2000. Biodiversity lessens the risk of cascading extinction in model foodwebs. *Ecology Letters* 3: 131-136.
- Boudou, A., Ribeyre, F., 1997. Aquatic ecotoxicology: from ecosystem to the cellular and molecular levels. *Environmental and Health Perspectives* 105 (Suppl. 1), 21-35.
- Breitholtz, M., Ruden, C., Hansson, S.O., Bengtsson, B.E., 2006. Ten challenges for improved ecotoxicological testing in environmental risk assessment. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 63(2): 324-335.
- Bullen, R.A., Arnot, T.C., Lakeman, J.B., Walsh, F.C., 2006. Biofuel cells and their development. *Biosensors and Bioelectronics* 21, 2015-2045.
- Cains Jr, J., 2004. Choosing model nations to set examples for achieving sustainability. *Ethics in Science and Environmental Politics*: 7-8.
- Caldwell, M.M., Bjorn, L.O., Bornmann, J.F., Flint, S.D., Kulandaivelu, G., Teramura, A.H., Tevini, M., 1998. Effects of increased solar ultraviolet radiation on terrestrial ecosystems. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology* 46: 40-52.
- Cano-Ruiz, J.A., McRae, G.J., 1998. Environmentally conscious chemical process design. *Annual Review of Energy and the Environment* 23(1), 499-536.
- Cape, J.N., 1993. Direct damage to vegetation caused by acid rain and polluted cloud: definition of critical levels for forest trees. *Environmental Pollution* 82(2): 167-180.
- Cash, D.W., Clark, W.C., Alcock, F., Dickson, N.M., Eckley, N., Guston, D.H., Jager, J., Mitchell, R.B., 2003. Knowledge systems for sustainable development. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 100(14): 8086-8091.
- Chapman, J.L., Reiss, M.J., 1999. *Ecology: principles and applications*. Second Edition, Cambridge University Press.

- Cheng, S., Grosse, W., Karrenbrock, F., Thoennessen, M., 2002. Efficiency of constructed wetlands in a decontamination of water polluted by heavy metals. *Ecological Engineering* 18(3): 317-325.
- Ciomasu, I.M., Krämer, P.M., Weber, C.-M., Kolb, G., Tiemann, D., Windisch, S., Frese, I., Kettrup, A.A., 2005. A new, versatile single-use field immunosensor for environmental pollutants. Development and proof of principle with TNT, diuron and atrazine. *Biosensors and Bioelectronics* 21, 354-364
- Ciomasu, I.M., 2006. Sustainable development needs biosensors. Under peer-review in *Critical Reviews in Environmental Science and Technology (ISI Impact Factor 2007: 2.769)*. 10-12.10.2006, Toronto, Canada. Abstract (P300) in the printed meeting proceedings, Topic "General", and online: <http://www.biosensors-congress.elsevier.com/>
- Ciomasu, I.M., 2007a. Triggering sustainable development: challenging local authorities with problem-solving oriented research. Oral Presentation by *Sustainable Neighbourhood – from Lisbon to Leipzig through Research (L2L) – 'A conference on research for sustainable development in Europe'*, 08-10.05.2007, Leipzig, Germany, Section 1.1 European Partnership for Sustainability (8.10.2007). Abstract in the printed conference proceedings; more information online: <http://www.fona.de/L2L>
- Ciomasu, I.M., 2007b. Circulation mondial du talent – une solution pour le développement de la Roumanie / International circulation of talent – a solution for the development of Romania. Oral Presentation at the summer university and workshop *University within Society – UNISO, edition 2007: Lifelong education and professional certifications in higher education*, 09-12.07.2007, Versailles, France. Paper in the dedicated book, and online: <http://www.uniso.ro>
- Ciomasu, I.M., Costica, N. (in press) *Impacts of air pollution on ecosystem and human health: a sustainability perspective*. Book chapter in: Gurjar B.R., Molina, L., Ojha, C.S.P. (eds) *Air Pollution and Health Impacts*, CRC Press (Taylor & Francis), Washington DC, US
- Ciomasu, I.M., Manolescu, I. Costica, N., Talmaciu, M., Costica, M., Nita, V., Stefan, N., 2008a. Sustainable exploitation of ecosystems using scenarios of sustainable vs. unsustainable economic development: the Ciric River basin, Iasi, Romania. Oral Presentation at *ISEE 2008: Applying Ecological Economics for Social and Environmental Sustainability*, by the International Society for Ecological Economics (ISEE), Nairobi – United Nations Development Program (UNEP), Kenya, section VII-7.4- Integrated modelling approaches.
- Ciomasu, I.M., Lupu, A., Costica, N., Netedu, A., Stratu, A., Miftode, V., Stefan, N., 2008b. Integrating social perception of nature with economic development expectations in a periurban area in Iasi, Romania. Oral Presentation at *ISEE 2008: Applying Ecological Economics for Social and Environmental Sustainability*, by the International Society for Ecological Econo-

- mics (ISEE), Nairobi, 7-11 August 2008, section IV-4.2 Evolution, innovation and socio-ecological transitions.
- Ciumasu, I.M., Costica, N., Stefan, N., 2008c. Urban development pressures and landuse conflicts I a peri-urban area, north of Iasi city, Romania. Poster Presentation at the 5th BMBF Forum for Sustainability and the 12th European Round Table on Sustainable Consumption and Production, 23-25.09.2008, Berlin, Germany
- Ciumasu, I.M., Costica, N., Neamtu, M., De Alencastro, L.F., 2008d. POPIASI: chemical, biological and ecotoxicological assessment of pollution with pesticides and POPs in Bahlui River, Romania. *Danube News* (the bulletin of the *International Association for Danube Research - IAD*) 17: 9-10.
- Costanza, R., Daly, H.E., 1992. Natural capital and sustainable development. *Conservation Biology* 6(1): 37-46.
- Costica, N., Ciumasu, I.M., Becker van Slooten, K., Costica, M. (2006a) Overcoming lack of knowledge upon pollution and ecosystem sustainability: what place for ecotoxicological bioassays? A critical account concerning Romania. Poster Presentation at the *International Conference on Ecotoxicology 2006 – Trends and Perspectives*. 17-20.09.2006, Wisla, Poland. Abstract in the printed meeting proceedings and online: www.gsf.de/secotox/symp06/index.html ;
- Costica, N., Ciumasu, I.M., Costica, M., 2006b. Partnership for human resources development in Romania and the European Union: training the trainers in environmental education. Proceedings of the 2nd European Fair on Education for Sustainable Development “Promoting Education for Sustainable Development in Europe”, 13-15 September 2006, Hamburg.
- Czech, B., Daly, H.E., 2004. The steady state economy – what it is, entails, and connotes. *Wildelife Society Bulletin* 32(2), 598-605.
- Dahlstrom, K., Skea, J., Stahel, W.R., 2003. Innovation, insurability and sustainable development: sharing risk management between insurers and the state. *The Geneva Papers* 28(3): 394-412.
- Daly, H.E., 1991. *Steady-state economics*. SanFrancisco, Freeman & Co., 2nd Edition, Washington DC, Island Press.
- Daniel, E., Levy, M., Srebotnjak, T., De Sherbinin, A., 2005. 2005 Environmental sustainability index: benchmarking national environmental stewardship. New Haven: Yale Center for Environmental Law and Policy. <http://www.yale.edu/esi/>
- Daniels, P.L. Technology investment and growth in economic welfare. *World Development* 24, 1243-1266 (1996).
- DaSilva, E., 1998. Biotechnology: developing countries and globalization. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 14(4), 463-486.
- De Groot, R.S., Wilson, M.A., Boumans, R.M.J., 2002. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics* 41: 393-408.

- De Leo, G.A., Rizzi, L., Caizzi, A., Gatto, M., 2001. The economic benefits of the Kyoto Protocol. *Nature* 413: 478-479.
- Descey, J.P., 1979. A new approach to water quality estimation using diatoms. *Nova Hedwigia* 64: 305-323
- Diamond, J., 2005. *Collapse. How societies chose to fail or succeed*. Viking Penguin Inc, 592 pgs. ISBN 0-670-03337-5
- Donald, P.F., Evans, A.D., 2006. Habitat connectivity and matrix restoration: the wider implications of agri-environmental schemes. *Journal of Applied Ecology* 43(2): 209-218.
- Doorman, F., 1999. Agricultural policy for the 21st century: towards a socially, economically and ecologically sustainable global system. *Sustainable Agricultural Solutions*, Novello Press.
- Doorkamp, J.C., 1998. Coastal flooding, global warming and environmental management. *Journal of Environmental Management* 52: 327-333.
- Duda, A.M., El-Ashry, M.T., 2000. Addressing the global water and environmental crisis through integrated approaches to the management of land, water and ecological resources. *Water International* 25(1), 115-126.
- Edwards-Jones. G., Davies, B., Hussain S. (Eds) 2000. *Ecological Economics. An Introduction*. Blackwell Science Ltd, Oxford UK. Reprinted 2004.
- Eggen, R.I.L., Segner, H., 2003. The potential of mechanisms-based bioanalytical tools in ecotoxicological exposure and effect assessment. *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 377, 386-396.
- Ekins, P., 2003. Identifying critical natural capital. Conclusions about critical natural capital. *Ecological Economics* 44: 277-292.
- Ehlich, P.R., Ehrlich, A.H., 1981. *The causes and consequences of the disappearance of species*. Random House.
- Ehrlich, P.R., Wolff, G., Daily, G.C., Hughes, J.B., Daily, S., Dalton, M., Goulder, L., 1999. Knowledge and the environment. *Ecological Economics* 30: 260-284.
- Emerton, L., Bos, E., 2004. *Value. Counting ecosystems as an economic part of water infrastructure*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK, 88 pp.
- Epstein, 2005. Climate change and human health. *The New England Journal of Medicine* 353(14): 1433-1436.
- Fabritius, K., Balasescu, M., (1996): Acute non-occupational intoxications with pesticides in Romania: a comparative study from 1988-1993. *Toxicology Letters* 88, 211-214
- Farber SC, Costanza R, Wilson MA, 2002. Economic and ecological concepts for valuing ecosystem services. *Ecological Economics* 41: 375-392.
- Feiler, K. (Ed), 2004. *Sustainability creates new prosperity*. Peter Lang GmbH, Vienna, Austria.
- Foley, J.A. et al, 2005. Global consequences of land use. *Science* 309, 570-574.
- Folke, C., Jansson, A., Larsson, J., Costanza, R., 1997. Ecosystem appropriation by cities. *Ambio* 26(3), 167-172.

- Forbes, V.E., Calow, P., Sibly, R.M., 2001. Are current species extrapolation models a good basis for ecological risk assessment? *Environmental Toxicology and Chemistry* 20, 442-447.
- Freeman, A.M., 1993. *The measurement of environmental and resource values: theory and methods; Resources for the future*: Washington DC.
- Gagnon, B., Marcoux, G., Leduc R., Pouet, M.-F., Thomas, O., 2007. Emerging tools and sustainability of water-quality monitoring. *Trends in Analytical Chemistry* 26, 308-314.
- Galloway, J.N., Likens, G.E., Hawley, M.E., 1984. Acid precipitation: natural versus anthropogenic components. *Science* 226: 829-830.
- Galloway, J.N., 1995. Acid deposition: perspectives in time and space. *Water, Air and Soil Pollution* 85(1). 15-24.
- Gardiner, J., 1995. Developing flood defence as a sustainable hazard alleviation measure. In Gardiner, J., *et al.* (Eds), *Defence from floods and floodplain management*. Kluwer, Dordrecht, The Netherlands, 13-40. Cited by Kundzewicz, Z.W., Kaczmarek, Z., 2000. Coping with hydrological extremes. *Water International* 25: 66-75.
- Gavrilescu, M., Chisti, Y., 2004. Biotechnology – a sustainable alternative for chemical industry. *Biotechnology Advances* 23, 471-499.
- Georgescu-Roegen, N., 1971. *The Entropy law and economic process*, Cambridge, Harvard University Press.
- Giddings, B., Hopwood, B., O'Brian, G., 2002. Environment, economy and society: fitting them together into sustainable development. *Sustainable Development* 10: 187-196.
- Gilbert, O.L., Field evidence for an acid rain effect on lichens. *Environmental Pollution A EPEBD7* 40(3): 227-231. Watmough and Dillon, 2003, Mycorrhizal weathering in base-poor forests. *Nature* 423: 823-824.
- Glatzel, G., 1991. The impact of historic land use and modern forestry on nutrient relations of Central European forest ecosystems. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 27(1), 1-8.
- Gray, R., Milne, M.J., 2002. Sustainability reporting: who's kidding whom? *Chartered Accountants Journal of New Zealand* 81(6), 66-70.
- Grubb, M.J., Hope, C., Fouquet, R., 2002. Climatic implications of the Kyoto Protocol: the contribution to the international spillover. *Climatic Change* 54(1-2): 11-28.
- Gruebler, A., Nakicenovic, N., Victor, D.G., 1999. Modelling technological change: implications for the global environment. *Energy & Environment* 24, 545-569.
- Gurjar, B.R., 2003. Interlinking of rivers: A climatic viewpoint. *Current Science* 84 (11), 1381 -1382.
- Hames, R.S., Rosenberg, K.V., Lowe, J.D., Barker, S.E., Dhondt, A.A., 2002. Adverse effects of acid rain on the distribution of the Wood Thrush *Hylocichla mustelina* in North America. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 99(17): 11235-11240.

- Harper, M., Glowacki, C.R., Michael, P.R., 1997. Industrial hygiene. *Analytical Chemistry* 69, 307R-327R.
- Harvell, C.D., Mitchell, C.E., Ward, J.R., Altizer, S., Dobson, A.P., Ostfeld, R.S., Samuel, M.D., 2002. Climate warming and disease risks for terrestrial and marine biota. *Science* 296: 2158-296.
- HDR2003, 2003. *Human Development Report 2003. Millenium Development Goals: A compact among nations to end human poverty*. United Nations Development Programme (UNDP), New York, Oxford University Press http://hdr.undp.org.reports/global/2003/pdf/hdr03_complete.pdf
- Honney, O., Verheyen, K., Butaye, J., Jacquemyn, H., Bossuyt, B., Hermy, M., 2002. Possible effects of habitat fragmentation and climate change on the range of forest plant species. *Ecology Letters* 5(4): 525-530.
- Huppes, G., Ishikawa, M. A framework for quantified eco-efficiency analysis. *Journal of Industrial Ecology* 9, 25-41. 2005.
- IPCC, 2005. Carbon dioxide capture and storage. Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, http://arch.rivm.nl/env/int/ipcc/pages_media/SRCCS-final/ccsspm.pdf
- IPCC-WGI, 2007. *Working Group I Report 'The Physical Science Basis'*. Intergovernmental Panel for Climate Change, <http://www.ipcc.ch/ipccreports7assessments-reports.tm>
- IPCC-WGII, 2007. *Climate Change 2007 - Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Working Group II Contribution to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Fourth Assessment Report (Cambridge Univ. Press, Cambridge, 2007).
- IPCC-WGIII, 2007. *IPCC Fourth Assessment Report, Working Group III - Mitigation*. International Panel for Climate for Climate Change <http://www.ipcc.ch/>
- IUCN Congress Bulletin, 2004. *A daily report of the 3rd IUCN World Conservation Congress*, volume 39 (15), published by the International Institute for Sustainable Development.
- Jameton, A, Pierce, J., 2001. Environment and health: 8. Sustainable health care and emerging ethical responsibilities. *Canadian Medical Association Journal* 164(3): 365-369.
- Jansson, A.M., Hammer, M., Folke, C., Costanza, R. (Eds), 1994. *Investing in natural capital - the ecological economics approach to sustainability*. Covelo, CA, ISEE Press/Island Press.
- Jha, R., Bhanu Murthy, K.V., 2003. An inverse global environmental Kuznetz cuve. *Journal of Comparative Economics* 31(2): 352-368.
- Johnson, D.W., Taylor, G.E., 1989. Role of air pollution in forest decline in Eastern North America. *Water, Air and Soil Pollution* 48(1-2): 21-43.
- Jump, A.S., Penuelas, J., 2005. Running to stand still: adaptation and the response of plants to rapid climate change. *Ecology Letters* 8(9): 1010-1020.

- Kalkstein, L.S., Smoyer, K.E., 1993. The impact of climate change on human health: some international implications. *Cellular and Molecular Life Sciences* 49(11): 969-979.
- Kaly, U.L., Pratt, C.R., Mitchell, J., 2004. *The demonstration environmental vulnerability index (EVI) 2004*. South Pacific Applied Geoscience Commission (SOPAC), Technical Report 384.
<http://www.vulnerabilityindex.net/Files/EVI%202004%20Technical%20Report.pdf>
- Keller, W(B)., Gunn, J.M., Yan, N.D., 1998. Acid rain – perspectives on lake recovery. *Journal of Aquatic Ecosystem Stress and Recovery* (Formerly *Journal of Aquatic Ecosystem Health*) 6(3): 207-216.
- Kosatsky, T., 2005. The 2003 European heat waves. *Eurosurveillance* 10(7-9): 148-149.
- Khemani, L.T., Momin, G.A., Praksa Rao, P.S., Safai, P.D., Singh, G., 1989. Spread of acid rain over India. *Atmospheric Environment* 23(4): 757-762.
- Killham, K., Firestone, M.K., McColl, J.G., 1983. Acid rain and soil microbial activity: effects and their mechanisms. *Journal of Environmental Quality* 12: 133-137.
- Kundzewicz, Z.W., Kaczmarek, Z., 2000. Coping with hydrological extremes. *Water International* 25: 66-75. International Water Resources Association – IWRA.
- Kunreuther, H.C., Linnerooth-Bayer, J., 2003. The financial management of catastrophic flood risks in emerging-economy countries. *Risk Analysis* 23(3): 627-639.
- Kutz, S.J., Hoberg, E.P., Polley, L., Jenkins, E.J., 2005. Global warming is changing the dynamics of Arctic host-parasite systems. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 272(1581): 2571-2576.
- Lawrence, D.P., 2003. *Environmental impact assessment: practical solutions to recurrent problems*. John Wileys and Sons, Hoboken – New Jersey, USA.
- Lecocq, F., Kapoor, K., 2005. State and trends of the carbon market. April 2005, World Bank, Washington DC.,
<http://carbonfinance.org/docs/CarbonMarketStudy2005.pdf>
- Lee, J.J., Neely, G.E., Perrigan, S.C., Grothaus, L.C., 1981. Effect of simulated sulphuric acid rain on yield, growth and foliar injury of several crops. *Environmental & Experimental Botany* 21(2): 171-185.
- Lettieri, T., 2006. Recent Applications of DNA Microarray Technology to Toxicology and Ecotoxicology. *Environmental and Health Perspectives* 114: 4-9.
- Ligler, F.S. et al. Array biosensor for detection of toxins. *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 377, 469-477 (2003).
- Lober, D.J., Bynum, D., Campbell, E., Jacques, M., 1998. The 100 plus corporate environmental report study: a survey of an evolving environmental management tool. *Business Strategy and Environment* 6, 57-73.

- Loreau, M., Naeem, S., Inchausti, P., Bengtsson, J., Grime, J.P., Hector, A., Hooper, D.U., Huston, M.A., Raffaelli, D., Schmid, B., Tilman, D., Wardle, D.A., 2001. Biodiversity and ecosystem functioning: current knowledge and future challenges. *Science* 294: 804-808.
- Loucks, D.P., 2000. Sustainable water resources management. *Water International* 25: 3-10. International Water Resources Association – IWRA.
- Lubchenco, J., 1998. Entering the century of the environment: a new social contract for science. *Science* 279(5350): 491-497.
- Magurran, A.E., 2004. *Measuring biological diversity*. Blackwell, Oxford, UK, pp 74-75
- Marchais-Roubelat, A., Roubelat, F., 2008. Designing action-based scenarios. *Futures* 40: 25-33.
- Marquette, C.A., Coulet, P.R., Blum, L.J., 1999. Semi-automated membrane based chemiluminescent immunosensor for flow injection analysis of okadaic acid in mussels. *Analytica Chimica Acta* 398, 173-182.
- Martens, P., Rotmans J., 2005. Transitions in a globalising world. *Futures* 37: 1133-1144.
- McCann, K.S., 2000. The diversity-stability debate. *Nature* 405: 228-233
- McCarthy, J., 2004. Tackling the challenges of interdisciplinary bioscience. *Nature Reviews* 5, 933-937.
- McDaniels, T.L., Gregory, R.S., Fields, D., 1999. Democratizing risk management: successful public involvement in local water management decisions. *Risk Analysis* 19(3): 497-510.
- McMichael, A.J., Butler, C.D., Folke, C., 2003. New visions of addressing sustainability. *Science* 302(5652): 1919-1920.
- McNaughton, S.J., 1968. Structure and function in California grasslands. *Ecology* 49, 962-972
- Meijkamp, B., Aerts, R., Van de Staaj, J., Tosserams, M., Ernst, W.H.O., Rozema, J., 1999. *Effects of UV-B on secondary metabolites in plants*. In Rozema, J.(Ed), *Stratospheric ozone depletion: the effects of enhanced UV-B radiation on terrestrial ecosystems*, p 71-79, Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands.
- Michael, M., 2003. Between the mundane and the exotic. Time for a different sociotechnical stuff, *Time and Society*, 12(1), 127-143.
- Miller, C.A., 2005. New civic epistemologies of quantification: making sense of indicators of local and global sustainability. *Science, Technology & Human Values* 30(3): 403-432.
- Molina, M.J., Rowland, F.S., 1974. Stratospheric sink for chlorofluoromethanes: chlorine atom-catalysed destruction of ozone. *Nature* 249: 810-812.
- Moore, P.D., 2005. Roots of stability. *Nature* 437: 959-961.
- Moser, A., 1994. Trends in biotechnology: sustainable technology development: from high tech to eco tech. *Acta Biotechnologica* 14(4), 315-335.

- Muzik, I., 2002. A first-order analysis of the climate change effect on flood frequencies in a subalpine watershed by means of a hydrological rainfall-runoff model. *Journal of Hydrology* 267: 65-73.
- Naef, F., Scherrer, S., Weiler, M., 2002. A process based assessment of the potential to reduce flood runoff by land use change. *Journal of Hydrology* 267: 74-79.
- Neamtu, M., Costica, N. Ciumasu, I.M., Catrinescu, C., Costica, M., Bobu, M., Nicoara, M.N., De Alencastro, L.F., Becker van Slooten, K. Chemical, biological and ecotoxicological assessment of pesticides and persistent organic pollutants in the Bahlui River, in Romania. *Environmental Science and Pollution Research*, in press.
- Nunes Correia, F., Da Graça Saraiva, M., Da Silva F.N., Ramos, I., 1999. Flood-plain management in urban developing areas. Part I. Urban growth scenarios and land use controls. *Water Resources Management* 13(1): 1-21.
- Oechel, W.C., Hastings, S.J., Vourltis, G., Jenkins, M, Riechers, J., Grulke, N., 1993. Recent change of Arctic tundra ecosystems from net carbon dioxide sink to a source. *Nature* 361: 520-523.
- Ojha, C.S.P. and V.P. Singh, 2004. *Introduction*. In: V.P. Singh, N. Sharma and C.S.P. Ojha (eds.). *The Brahmaputra Basin Water Resources*. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands. ISBN: 1-4020-1737-5.
- Orr, D.W., 1992. *Ecological literacy*. SUNY Press, 210 pp.
- Oskamp, S., 2000. Psychology of promoting environmentalism: psychological contributions to achieving an ecologically sustainable future for Humanity. *Journal of Social Issues* 56(3): 373-390.
- Overrein, L.N., Seip, H.M., Tollan, A., 1980. Acid precipitation – effects of forest and fish. Norwegian Council for Scientific and Industrial Research, P.O. Box 333, Blindern, Oslo 3, Norway.
- Owensby, C.E., Coyne, P.I., Auen, L.M., 1993. Nitrogen and phosphorus dynamics of a tallgrass prairie ecosystem exposed to elevated carbon dioxide. *Plant, Cell and Environment* 16: 843-850.
- Paavola, J., Adger, W.N., 2005. Fair adaptation to climate change. *Ecological Economics* 56: 594-609.
- Panayotou, T., 1993. Empirical tests and policy analysis of environmental degradation at different stages of economic development. Working paper WP238 Technology and Employment Programme, Geneva: International Labour Office.
- Pantle, R., Buck, H., 1955. Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse. *Gas und Wasserfach* 96, 604-607
- Parmesan, C., Yohe, G., 2003. A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature* 421: 37-42.
- Patz, J.A., 2002. A human disease indicator for the effects of recent global climate changes. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 99(20): 12506-12508.

- Patz, J.A., Campbell-Lendrum, D., Holloway, T., Foley, J.A., 2005. Impact of regional climate change on human health. *Nature* 438: 310-317.
- Patz, J.A., Epstein, P.R., Burke, T.A., Balbus, J.M., 1996. Global climate change and emerging infectious diseases. *The Journal of the American Medical Association* 275(3): 217-223.
- Petrovic, M., Eljarrat, E., Lopez de Alda, M.J., Barcelo, D., 2004. Endocrine disrupting compounds and other emerging contaminants in the environment: A survey on new monitoring strategies and occurrence data. *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 378: 549-562.
- Pickett, S.T.A., Cadenasso, M.L., Grove, J.M., Nilon, C.H., Pouyat, R.V., Zipperer, W.C., Canstanza, R., 2001. Urban ecological systems: linking terrestrial, ecological, physical, and socioeconomic components of metropolitan areas. *Annual Review of Ecology and Systematics* 32, 127-157.
- Pielke, Jr., R.A., 2005. *Making Sense of Trends in Disaster Losses*, Bridges-OST's Publication on Science & Technology Policy, Vol. 7.
- Pielke Jr., R.A., Landsea, C., Mayfield, M., Laver, J., Pasch, R., 2005. Hurricanes and global warming. *Bulletin of the American Meteorological Society* 86: 1571-1575.
- Pielou, E.C., 1977. *Mathematical ecology*. 2nd Edition, John Wiley and Sons, New York, USA, pp 291-311
- Plate, E.J., 2002. Flood risk and flood management. *Journal of Hydrology* 267: 2-11.
- Preston, B.L., 2002. Indirect effects in Aquatic ecotoxicology: implications for ecological risk assesment. *Environmental Management* 29, 311-323
- Priest, S.J., Clark., M.J., Treby, E.J., 2005. Flood insurance: the challenge of the uninsured. *Area* 37: 295-302.
- REIFMP2005, 2005. *Raport privind efectele inundațiilor si fenomenelor meteorologice periculoase produse in anul 2005*.
- Reuss, J.O., Cosby, B.J., Wright, R.F., 1987. Chemical processes governing soil and water acidification. *Nature* 329: 27-32.
- Reich, J.W., Schlesinger, W.H., 1992. The global carbon dioxide flux in soil respiration and its relationships to vegetation and climate. *Tellus* 44B: 81-99.
- Richardson, S.D., 2003. Water analysis: emerging contaminants and current issues. *Analytical Chemistry* 75(12), 2831-2857.
- Robinson, M., Cognard-Plancq, A.-L., Cosandey, C., David, J., Durand, P., Führer, H.-W. et al., 2003. Studies of the impact of forests on peak flows and base flows: a European perspective. *Forest Ecology and Management* 186 (1-3), 85-97
- Rojstaczer, S., Sterling, S.M., Moore, N.J., 2001. Human appropriation of photosynthesis products. *Science* 294, 2549-2552.
- Rossignol., P.A., Orme-Zavaleta, J., Rossignol, A.M., 2006. Global climate change and its impact on disease embedded in ecological communities. *Environmental Geosciences* 13(1): 55-63.

- Rotmans J., van Asselt M., Anastasi C., Greeuw, S., Mellors, J., Peters, S., Rothman, D., Rijkens, N., 2000. Visions for a sustainable Europe. *Futures* 32: 809-831.
- Rozema, J., 1999. *Stratospheric ozone depletion: the effects of enhanced UV-B radiation on terrestrial ecosystems*. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands.
- Rusek, J., 1993. Air-pollution-mediated changes in Alpine ecosystems and ecotones. *Ecological Applications* 3(3): 409-416.
- Saling, P., Maisch, R., Silvani, M., Koenig, N., 2005. Assessing the Environmental-Hazard Potential for Life Cycle Assessment, Eco-Efficiency and SEEBalance. *International Journal of Life Cycle Assessment* 10, 364-371.
- Sanchez-Bayo, F., Baskaran, S., Kennedy, I.R., 2002. Ecological relative risk (EcoRR): another approach for risk assessment of pesticides in agriculture. *Agriculture Ecosystem and Environment* 91, 37-57.
- Scheu, S., Schlitt, N., Tiunov, A.V., Newington, J.E., Jones, H.T., 2002. Effects of the presence and community composition of earthworms on microbial community functioning. *Oecologia* 133(2): 254-260.
- Schiermeier, Q., 2006. Carbon market survives gas leaks. *Nature* 441: 405.
- Schindler, D.W., Curtis, P.J., Parker, B.R., Stainton, M.P., 1996. Consequences of climate warming and lake acidification for UV-B penetration in North American boreal lakes. *Nature* 379: 705-708.
- Schindler, D., 1999. From acid rain to toxic snow. *Ambio* 28(4): 350-355.
- Seifert, M., Wen, Li., Alberti, M., Kausch, U., Hock, B., 2003. Biomonitoring: integration of biological endpoints into chemical monitoring. *Pure and Applied Chemistry* 75, 2451-2459.
- Shadbegian, R.J., Gray, W.B., 2005. Pollution abatement expenditures and plant-level productivity: a production function approach. *Ecological Economics* 54: 196-208.
- Simonovic, S.P., Tools for water management. One view of the future. *Water International* 25: 76-88.
- Singh, S.P., 1998. Chronic disturbance, a principal cause of environmental degradation in developing countries. *Environmental Conservation* 25(1): 1-2.
- Singh, B., 1997. Water resource development in India – a perspective. In: Singhal, D.C., N.K. Goyal, D.K. Srivastava, R. Singh, H. Joshi and B.S. Mathur (eds.). Proc. Int. Symp. On “Emerging trends in hydrology”, Sept. 25-27, 1997, University of Roorkee, India, pp. 1-17.
- Skov, F., Svenning, J.-C., 2004. Potential impact of climatic change on the distribution of forest herbs in Europe. *Ecography* 27(3): 366-380.
- Slijkerman, D.M.E., Baird, D.J., Conrad, A., Jak, R.G., van Straalen, N.M., 2003. Assessing structural and functional plankton responses to carbendazim toxicity. *Environmental Toxicology and Chemistry* 23, 455-462.
- SNSC, 2005. *Strategia Națională Privind Schimbările Climatice pentru România*. 2nd version, 17 February 2005. Ministerul Mediului și Gospodăririi Apelor, România.

- SNMRI, 2005. Hotărârea Guvernului nr 1.854/22 decembrie 2005 pentru aprobarea Strategiei naționale de management al riscului la inundații. București, 22 decembrie 2005.
- Solomon, S., 1990. Progress towards a quantitative understanding of Antarctic ozone depletion. *Nature* 347: 347-354.
- Sommaruga-Wögrath, S., Koinig K.A., Schmidt, R., Sommaruga, R., Tessadri, R., Psenner, R., 1997. Temperature effects on the acidity of remote alpine lakes. *Nature* 387, 64-67.
- SOLGCS, 2005. Safeguarding the Ozone Layer and the Global Climate System: issues related to Hydrofluorocarbons and Perfluorocarbons. Special report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) and the Technology and Economic Assessment Panel (TEAP) and the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Montreal Protocol., ISBN 92-9169-118-6, http://arch.rivm.nl/env/int/ipcc/pages_media/SROC-final/srocspmts_en.pdf
- SOPAC-UNEP-EVI, 2005. *Building resilience in SIDS. The Environmental Vulnerability Index*. <http://www.vulnerabilityindex.net>
- Spellerberg, I.F., 2005. *Monitoring ecological change*. Second edition, Cambridge University Press, 391 p.
- Sprinz, D.F., 1992. *Why countries support international environmental agreements: the regulation of acid rain in Europe*. PhD thesis, University of Michigan, 195 pp.
- SRES, 2000. Special Report on Emissions Scenarios. United Nations Intergovernmental Panel on Climate Change, <http://www.grida.no/climate/ipcc/emissions>
- Stafford, N., 2006. Gas for the greenhouse. *Nature* 422: 499
- Stern, D.I., Common, M.S., Barbier, E.B., 1996. Economic growth and environmental degradation: the environmental Kuznets curve and sustainable development. *World Development* 24(7).
- SR, 2007. *Stern Review: The Economics of Climate Change*, <http://www.sternreview.org.uk>
- Straton, A., 2006. A complex systems approach to the value of ecological resources. *Ecological Economics* 56: 402-411.
- Street, P., 1997. Scenario workshops: a participatory approach to sustainable urban living. *Futures* 29(2): 139-158.
- Sun, G., McNulty, S.G., Lu, J., Amatya, D.M., Liang, Y., Kolka, R.K., 2005. Regional annual water yield from forest lands and its response to potential deforestation across the southeastern United States. *Journal of Hydrology* 308: 258-268.
- Sunyer, J., Grimalt, J., 2006. Global climate change, widening health inequalities, and epidemiology. *International Journal of Epidemiology* 35(2): 213-216.
- Sutherland, W.J., 2006. Predicting the ecological consequences of environmental change: a review of the methods. *Journal of Applied Ecology* 43: 599-616.

- Swank, W.T., Vose, J.M., Elliott, K.J., 2001. Long-term hydrological and water quality responses following commercial clearcutting of mixed hardwoods on a southern Appalachian catchment. *Forest Ecology and Management* 143: 163-178.
- Tainter, J., 1988. *The Collapse of Complex Civilizations*. Cambridge University Press.
- The Economist, 2005. Backgrounders – Forests, May 11th 2005.
- The Economist, 2005a. Don't despair. Most of the news on the climate change is bad, but not all of it. Issue December 10th-16th: 11-12; related articles at pages 75-77 and 86-87.
- The Economist, 2005b. The Oiloholics. Oil prices could yet go higher – unless the world's guzzlers curb their thirst. Issue August 27th-September 2nd: 11; related survey at pages 57-58.
- The Economist, 2005c. The real trouble with oil. How to avoid the next energy shock. Issue April 30th-May 6th: 11; related survey on oil after page 48.
- The Economist, 2005d. Resuing environmentalism. Market forces could prove the environment's best friend – if only greens could learn to love them. Issue April 23rd-26th; related article: 78-80.
- The Economist, 2006a. Cleaning up. Power companies and shorting traders have done better than the environment. Issue May 6th-12th: 79.
- The Economist, 2006b. Sins of emission. The idea of offsetting carbon emissions is sound in theory, but not yet in practice. Issue August 5th-11th: 11.
- Tilman, D., Downing, J.A., 1994. Biodiversity and stability in grasslands. *Nature* 367: 363-365.
- Travis, CC, Hester, S.T., 1991. Global chemical pollution. *Environmental Science and Technology* 25: 814-819.
- Todini, E., 1999. An operational decision support system for flood risk mapping, forecasting and management. *Urban Water* 1(2): 131-143.
- Turner II, B.L. *et al.*, (2003) A framework for vulnerability analysis in sustainability science, *Proceedings of the National Academy of Science* 100(14), 8074-8079.
- UN Agenda 21. 2005. United Nations Agenda 21.
<http://www.un.org/esa/sustdev/documents/agenda21/english/agenda21toc.htm>
- UNDESA-DSD, 2006. *Trends in sustainable development*. United Nations Department of Economic and Social Affairs, Division for Sustainable Development.
- UNFCCC, 2005. Kyoto protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change. United Nations,
<http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf>
- US EPA, 1993. Automobiles and Ozone. EPA 400-F-92-006. U.S. Environmental protection Agency, Office of Mobile Sources.

- Van der Oost, R., Beyer, J., Vermeulen, N.P.E., 2003. Fish bioaccumulation and biomarkers in environmental risk assessment: a review. *Environmental Toxicology and Pharmacology* 13, 57-149.
- Van de Staaij, J., Rozema, J., Van Beem, A., Aerts, R., 2001. Increased solar UV-B radiation may reduce infection by arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) in dune grassland plants: evidence from five years of field exposure. *Plant Ecology* 154: 171-177.
- Van Griethuysen, P., 2002. Sustainable development: an evolutionary economic approach. *Sustainable Development* 10: 1-11.
- Vari, A., 2002. Public involvement in flood risk management in Hungary. *Journal of Risk Research* 5(3): 211-224.
- Vincent, K., 2004. Creating an index of social vulnerability for Africa. Working Paper 56, Tyndall Centre for Climate Change Research, University of East Anglia, Norwich, UK.
- Vitousek, P.M., Mooney, H., A., Lubchenco, J., Melillo, J.M., 1997. Human domination of Earth's ecosystems. *Science* 277(5325): 494-499.
- Vitousek, P.M., Mooney, H.A., Lubchenco, J., Milillo, J.M., 1997. Human domination of Earth's ecosystems. *Science* 277, 494-499.
- Von Schomberg, R., 2002. The objective of Sustainable Development: are we coming closer ? Foresight Working Paper Series No.1 of the European Commission DG Research, www.cordis.lu/rtd2002/foresight/home.html
- Vos, C.C. et al., 2008. Adapting landscape to climate change: examples of climate-proof ecosystem networks and priority adaptation zones. *Journal of Applied Ecology* 45(6): 1922-1931.
- Wackernagel, M., Rees, W., 1996. Our ecological footprint: reducing human impact on the Earth. New Society Publishers, Philadelphia.
- Wackernagel, M., Schulz, N.B., Deumling, D., Callejas Linares, A., Jenkins, M., Kapos, V., Monfreda, C., Loh, J., Myers, N., Norgaard, R., Randers, J., 2002. Tracking the ecological overshoot of the human economy. *Proceedings of the National Academy of Science* 99(14), 9266-9271.
- Wakeel, A., Rao, K.S., Maikhuri, R.K., Saxena, K.G., 2005. Forest management and land use/cover changes in a typical micro watershed in the mid elevation zone of Central Himalaya. *Forest Ecology and Management* 213: 229-242.
- Waltner-Towes, D., 2004. *Ecosystem sustainability and health. A practical approach*. Cambridge University Press, 138 p.
- Watt, W.D., 1986. A summary of the impact of acid rain on Atlantic salmon (*Salmo salar*) in Canada. *Water, Air and Soil Pollution* 35(1-2): 27-35.
- WCCDL, 2006. Workshop Climate Change and Disaster Losses: Understanding and Attributing Trends and Projections, 25-26 May 2006, Hohenkammer (Munich), Germany. Workshop proceedings available on-line: http://sciencepolicy.colorado.edu/sparc/research/projects/extreme_events/munich_workshop/workshop_booklet.pdf

- WCED (World Commission on Environment and Development), 1987. Our Common future. ("The Brundtland Report") Report of the World Commission on Environment and Development, to the General Assembly of the United Nations (04.08.1987).
- WDR, 2004. World Disaster Report 2004. The International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies. <http://www.ifrc.org/publicat/wdr2004/>
- WFD, 2000. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for the Community action in the field of water policy (known as the Water Framework Directive – WFD), adopted on 23.10.2000, published in the Official Journal (OJ L 237) on 22.12.2000 and entered into force in the same day, http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/index_en.html
- Weber, J.L., 2008. How ecosystem accounting can help design an international payment system. Oral Presentation at *ISEE 2008: Applying Ecological Economics for Social and Environmental Sustainability*, by the International Society for Ecological Economics (ISEE), Nairobi, 7-11 August 2008, UNDP special session on International Payment for Ecosystem Services: A reality check.
- Webster, K.E., 1990. Climatically induced rapid acidification of a softwater seepage lake. *Nature* 347, 374-376.
- Welsh, R., Ervin, D.E., 2006. Precaution as an approach to technology development. *Science, Technology & Human Values* 31(2): 153-172.
- WHO, 2002. The World Health Report 2002. Reducing Risks, Promoting Healthy Lives. The World Health Organization, Geneva.
- WHO, 2004. Heat-waves: risks and responses. Series Health and Global Environmental Change, No. 2. World Health Organization Europe, Copenhagen, <http://www.euro.who.int/document/e82629.pdf>
- Wigley, T.M.L., 1998. The Kyoto Protocol: CO₂, CH₄ and climate implications. *Geophysical Research Letters* 25(13): 2285-2288.
- Wilson, E.O., 2002. *The future of life*. Little, Brown by arrangement with Alfred A. Knopf, Inc. Published again in 2003 by Abacus, 230 pages, ISBN 0-349-115795. Chapter two "The Bottleneck" published in *Scientific American*, February 24, 2002.
- Workman, J.Jr. et al., 2001. Process analytical chemistry. *Analytical Chemistry* 73, 2705-2718.
- Wright, R.F., 1989. RAIN project: role of organic acids in moderating pH change following reduction in acid deposition. *Water, Soil and Air Pollution* 46(1-4): 251-259.
- Wright, R.F., Schindler, D.W., 1995. Interaction of acid rain and global changes: effects on terrestrial and aquatic ecosystems. *Water, Air and Soil Pollution* 85(1): 88-99.
- Wurst, S., Langel, R., Reineking, A., Bonkowski, M., Scheu, S., 2003. Effects of earthworms and organic litter distribution on plant performance and aphid reproduction. *Oecologia* 137(1): 90-96.

- WWDR1, 2003. *The 1st United Nations World Water Development Report "Water for People, Water for Life*, March 22, 2003, The 3rd World Water Forum, Kyoto, Japan.
- WWDR2, 2006. *The 2nd United Nations World Water Development Report "Water, a shared responsibility"*, March 22, 2006, The 4th World Water Forum, Mexico City, Mexico.
- Yachi, S., Loreau, M., 1999. Biodiversity and ecosystem productivity in a fluctuating environment: The insurance hypothesis. *Proceedings of the National Academy of Science* 96: 1463-1468.
- Yan, N.D., Keller, W., Scully, N.M., Lean, D.R., Dillon, P.J., 2002. Increased UV-B penetration in a lake owing to drought-induced acidification. *Nature* 381: 141-143.
- Zimmermann, B., Elsenbeer, H., De Moraes, J.M., 2006. The influence of land-use changes on soil hydraulic properties: Implications for runoff regeneration. *Forest Ecology and Management* 222: 29-38.

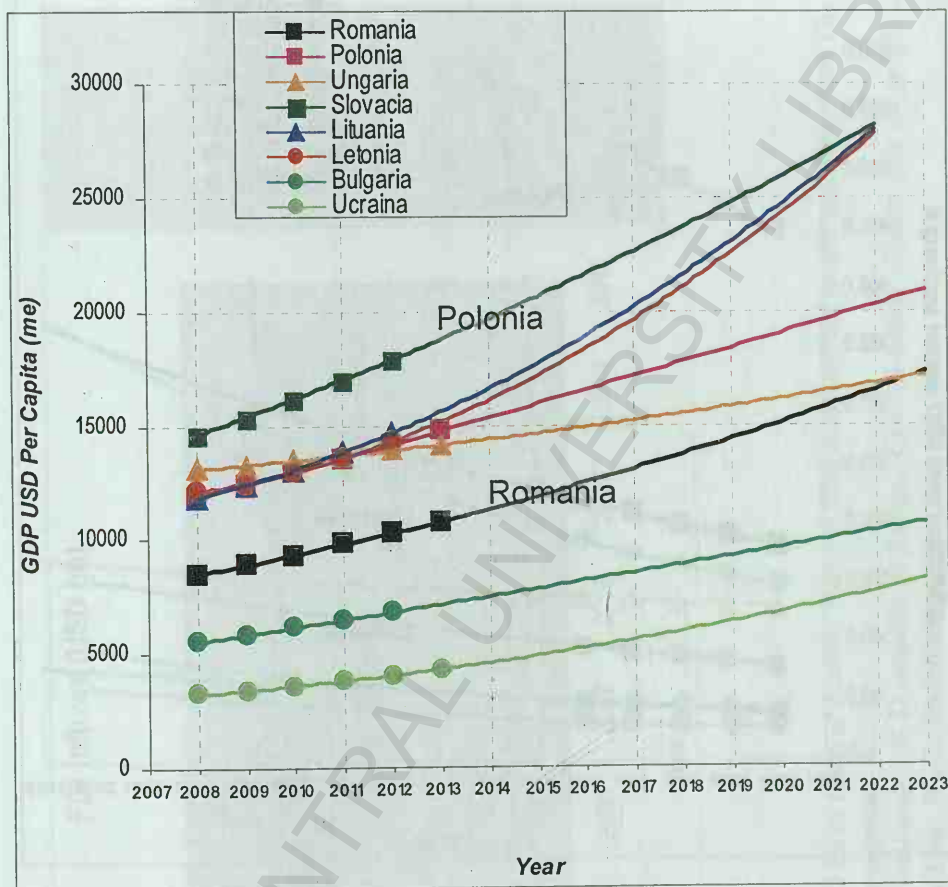


Fig. A1

Anticipated evolution of the GDP per capita in Central Eastern Europe. This is an original graph with data from *The Economist* – country briefings.

Previziunea evoluției PIB-ului per capita în Europa Central-Estică. Acesta este un grafic original, cu date de la *The Economist* – country briefings.

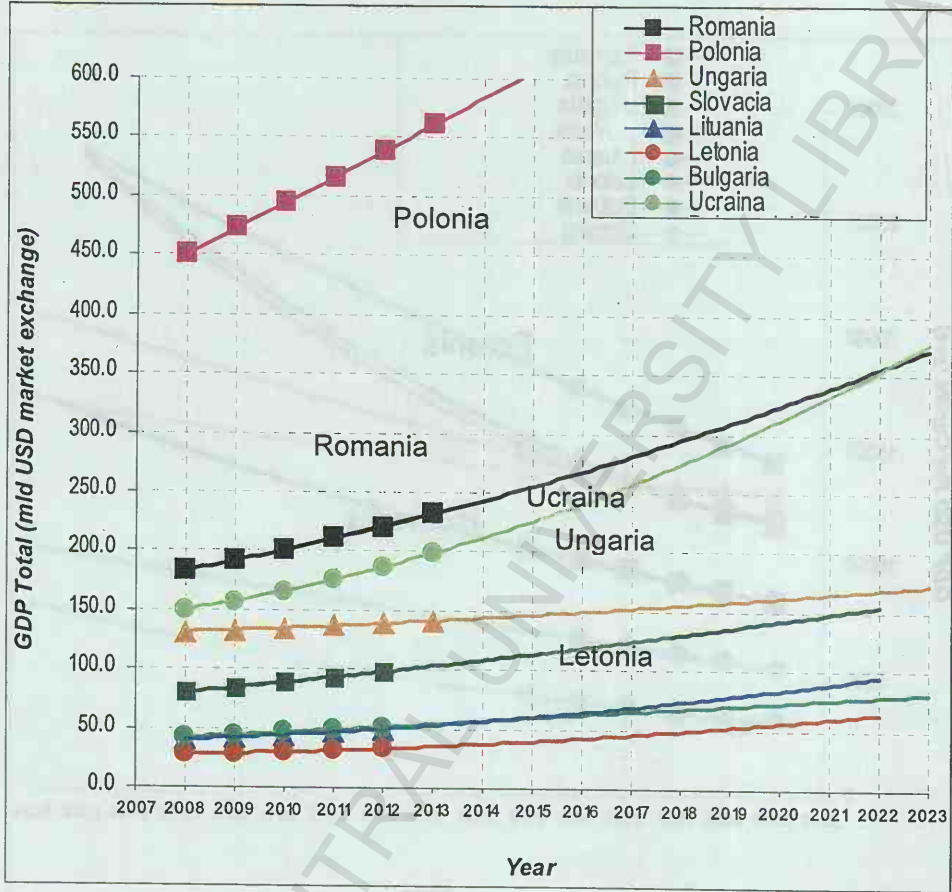


Fig. A2

Anticipated evolution of the national GDP in Central Eastern Europe. This is an original graph with data from *The Economist* – country briefings.

Previziunea evoluției PIB-ului național în Europa Central-Estică. Acesta este un grafic original, cu date de la *The Economist* – country briefings.

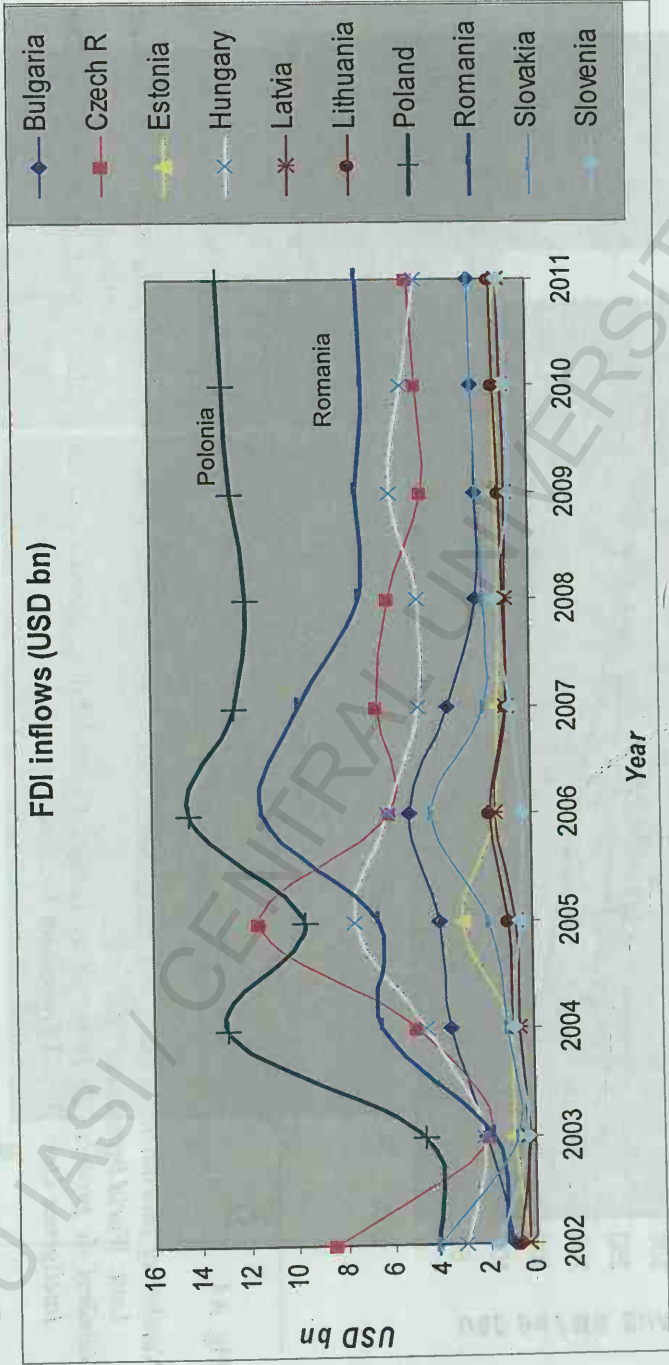


Fig. A3

Foreign Direct Investments (FDI) in USD bn in Central Eastern Europe. This is an original graph with data from The Economist Intelligence Unit: World Investment prospects.

Investițiile străine directe (Suma totală (miliarde US \$) anuală) în Europa Central-Estică. Acesta este un grafic original, cu date de la The Economist Intelligence Unit: World Investment prospects.

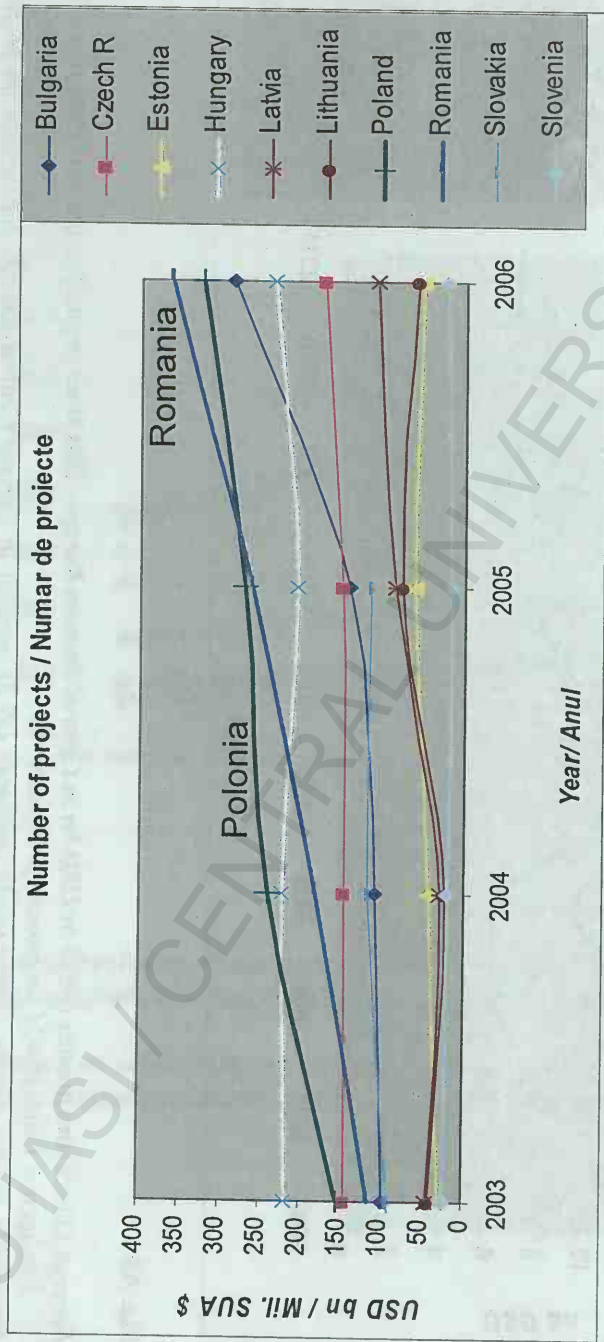


Fig. A4

Number of Investment Projects in Central Eastern Europe. This is an original graph with data from *The Economist Intelligence Unit: World Investment Prospects*.

Numărul de proiecte de investiții în Europa Central-Estică. Acesta este un grafic original, cu date de la *The Economist Intelligence Unit: World Investment Prospects*.

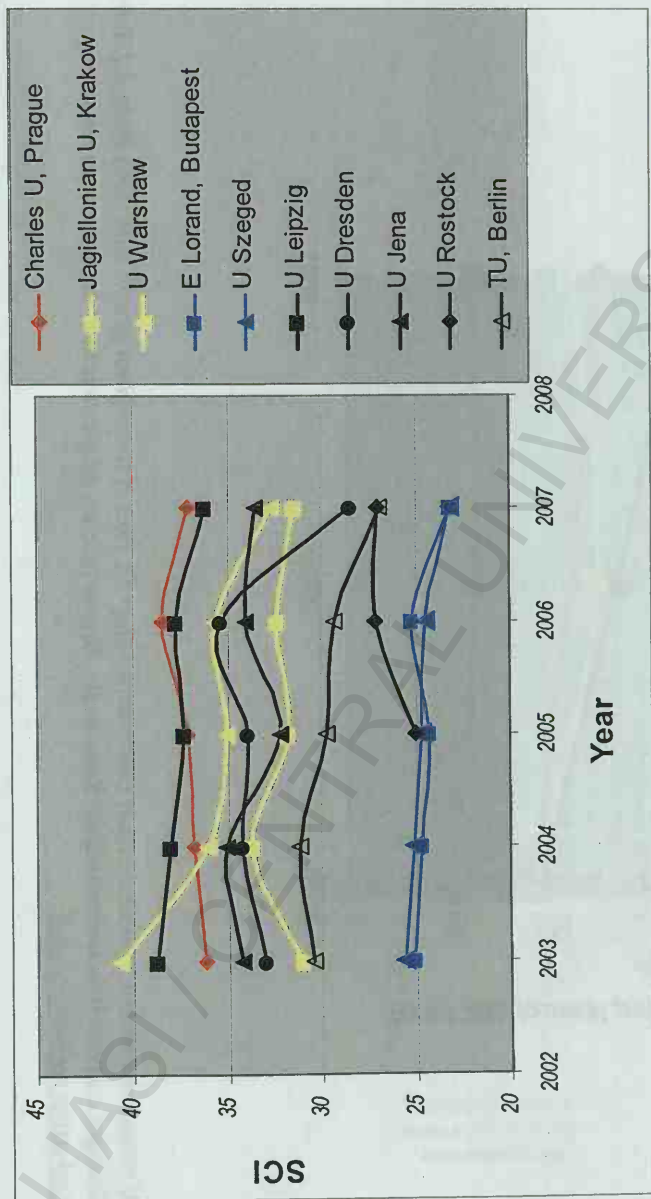


Fig. A5

Evolution of research efficiency in Universities from Central Europe in the top 'Shanghai 500'. This is an original graph with data from the top itself.

Evoluția eficienței cercetării în universitățile din Europa Centrală prezente în topul Shanghai 500'. Acesta este un grafic original, cu date din topul propriu-zis.

Number of research papers (Thompson ISI)
per 100 academic employees

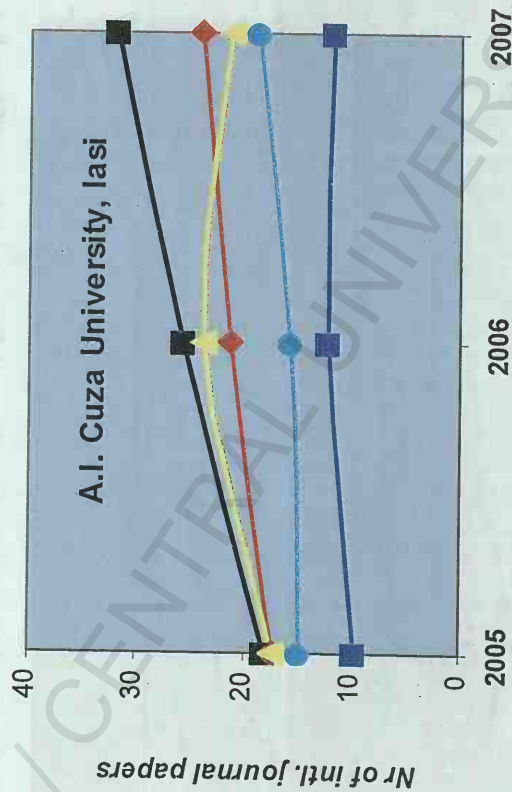


Fig. A6

Evolution of research efficiency in Romanian Universities (top 5). This is an original graph with data from Ad Astra
Evoluția eficienței cercetării în universitățile Românești. Acesta este un grafic original, cu date de la Ad Astra,
<http://www.ad-astra.ro/universitati/>

ȚIPARUL EXECUTAT LA
IMPRIMERIA EDITURII UNIVERSITĂȚII
„ALEXANDRU IOAN CUZA” DIN IASI

700511 Iasi, Păcurari 9, tel./fax 0232 314947

Format: 70×100/16

Apărut: 2009

Comanda: 15



Informații și comenzi:
www.editura.uaic.ro
editura@uaic.ro

**IOAN MANUEL CIUMAȘU
NICOLAE ȘTEFAN**



An Introduction to the Theory and Practice of Sustainable Development

Introducere în teoria și practica dezvoltării durabile

This work is meant to be an introduction to sustainable development issues.

The accent falls on the international professional references and experiences, with the purpose to provide students with the basic elements needed for their own practice in Romania, as related to the international practice.

Acest curs este menit să fie o introducere în problematica dezvoltării durabile. Accentul este pus pe reperele și experiența internațională în domeniu, cu scopul precis de a furniza studenților elementele necesare pentru propria lor practică în România, în legătură directă cu practica internațională.



www.editura.uaic.ro



9 789737 033932